



TUGAS AKHIR – TI 141501  
PERBAIKAN PROSES PRODUKSI MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING*  
(STUDI KASUS : UNIT PRODUKSI UREA PABRIK-4 PT. PUPUK  
KALIMANTAN TIMUR)

YUDHA SETYA KUSUMA  
NRP 2513100137

DOSEN PEMBIMBING:  
Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.  
NIP. 197405081999032001

DOSEN KO-PEMBIMBING:  
Dewanti Anggrahini, S.T., M.T.  
NIDN. 0702058801

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017

***(Halaman ini Sengaja dikosongkan)***



FINAL PROJECT – TI 141501

IMPROVEMENT OF PRODUCTION PROCESS BY LEAN  
MANUFACTURING APPROACH (CASE STUDY : UREA  
PRODUCTION UNIT PABRIK-4 PT PUPUK KALTIM)

YUDHA SETYA KUSUMA

NRP 2513100137

SUPERVISOR :

Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

NIP. 197405081999032001

CO-SUPERVISOR :

Dewanti Anggrahini, S.T., M.T.

NIDN. 0702058801

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTEMEN

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017

***(Halaman ini Sengaja dikosongkan)***



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PERBAIKAN PROSES PRODUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN**  
**LEAN MANUFACTURING**  
**(STUDI KASUS : UNIT PRODUKSI UREA PABRIK-4 PT. PUPUK**  
**KALIMANTAN TIMUR)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri ITS

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

**YUDHA SETYA KUSUMA**

**NRP. 2513 100 137**

Mengetahui dan menyetujui,

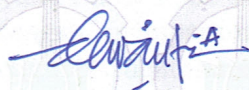
Dosen Pembimbing



**Putu Dana Karningsih, S.T., M. Eng.Sc, Ph. D**

**NIP. 197405081999032001**

**Dosen Ko-Pembimbing**



**Dewanti Anggrahini, S.T., M.T.**

**NIDN. 0702058801**

**SURABAYA, JULI 2017**



***(Halaman ini Sengaja dikosongkan)***

**PERBAIKAN PROSES PRODUKSI MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING*  
(STUDI KASUS : UNIT PRODUKSI UREA PABRIK-4 PT.  
PUPUK KALIMANTAN TIMUR)**

**Nama** : Yudha Setya Kusuma  
**NRP** : 2513100137  
**Pembimbing** : Putu Dana Karningsih, S.T., M. Eng.Sc, Ph. D  
**Ko-Pembimbing** : Dewanti Anggrahini, S.T., M.T.

**ABSTRAK**

Unit Produksi Urea Pabrik-4 merupakan salah satu unit pabrik yang memproduksi pupuk Urea non Subsidi pada PT Pupuk Kaltim. Berdasarkan hasil observasi awal dengan menggunakan data produksi pada tahun 2016, dapat diketahui bahwa proses produksi pada unit pabrik tersebut memiliki beberapa permasalahan yang dibuktikan dengan nilai kapabilitas proses sebesar 0,45, presentase produk Urea non subsidi dengan kandungan di luar batas spesifikasi sebesar 47%, serta adanya pengembalian dari gudang produk jadi berupa karung pupuk pecah sebesar 0.5% dari total produksi tahun 2016. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi serta menganalisa akar penyebab permasalahan yang ada pada proses produksi serta memberikan usulan rekomendasi perbaikan menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. Tahap yang dilakukan dalam penelitian ini dimulai melalui tahap identifikasi kondisi eksisting melalui pengumpulan data dengan menggunakan *tools*, antara lain SIPOC Diagram, Big Picture Mapping, Activity Classification Diagram, serta penyebaran kuesioner *waste* berbasis E-DOWNTIME. Kuesioner tersebut disebarakan kepada 4 *expert* yang ada di perusahaan yang kemudian diolah menggunakan BORDA Voting Method hingga didapatkan 2 *waste* kritis, yaitu *defect* dan *waiting*. Selanjutnya, dilakukan identifikasi serta analisa terhadap akar permasalahan pada *waste* kritis dengan menggunakan *tools Root Cause Analysis* (RCA). Setelah itu, dirancang kuesioner konsep Analisa Risiko yang diisi oleh salah satu *expert* di perusahaan untuk menentukan prioritas penanganan akar penyebab *waste* kritis yang terjadi dengan menilai tingkat *consequence* dan *likelihood* dari masing-masing akar permasalahan hingga didapatkan nilai *risk rating*. Dari hasil penelitian didapatkan 11 akar permasalahan yang memiliki nilai *risk rating* tertinggi yang dapat diselesaikan dengan diusulkannya rekomendasi perbaikan berupa investasi alat pada gudang penyimpanan produk jadi, yaitu *Pallet Rack* dan adanya perancangan penjadwalan *preventive maintenance* dengan mempertimbangkan nilai penghematan yang dapat diperoleh pada pengimplementasiannya. Melalui kedua rekomendasi perbaikan yang diusulkan, perusahaan mampu menekan biaya pemborosan serta meningkatkan daya saing perusahaan pada pasar pupuk internasional.

**Keyword** : Urea, *Lean Manufacturing*, *Borda Voting Method*, Konsep Analisa Risiko

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

**IMPROVEMENT OF PRODUCTION PROCESS BY LEAN  
MANUFACTURING APPROACH  
(CASE STUDY : UREA PRODUCTION UNIT PABRIK-4 PT  
PUPUK KALTIM)**

**Name** : Yudha Setya Kusuma  
**Student ID** : 2513100137  
**Supervisor** : Putu Dana Karningsih, S.T., M. Eng.Sc, Ph. D  
**Co-Supervisor** : Dewanti Anggrahini, S.t., M.T.

**ABSTRACT**

Urea Production Unit-4 Factory is one unit of factory that produces non subsidized Urea fertilizer at PT Pupuk Kaltim. Based on the results of preliminary observation using production data in 2016, it can be seen that the production process at the factory unit has several problems which is proved by the process capability value of 0.45, the percentage of non subsidized Urea product with content beyond the specification limit of 47% As well as the return of the finished product warehouse in the form of a broken fertilizer sack of 0.5% of the total production in 2016. This research was conducted to identify and analyze the root cause of existing problems in the production process and to propose improvement recommendations using lean manufacturing approach. The stages carried out in this research started through identification of existing condition through data collecting by using tools, such as SIPOC Diagram, Big Picture Mapping, Activity Classification Diagram, and spreading of E-DOWNTIME based waste questionnaire. The questionnaire was distributed to 4 experts in the company which then processed using BORDA Voting Method to get 2 critical waste, that is defect and waiting. Furthermore, identification and analysis of the root of the problem in critical waste using the Root Cause Analysis (RCA) tools are used. After that, the Risk Analysis Concept questionnaire was designed by one of the experts in the company to determine the priority of handling the root cause of critical waste that occurred by assessing the level of consequence and likelihood from each root of the problem to get the value of risk rating. From the research result, there are 11 root causes that have the highest risk rating that can be solved by proposed repair recommendation in the form of investment of tool at storage warehouse of finished product, that is Pallet Rack and the design of preventive maintenance scheduling by considering the saving value that can be obtained at its implementation. Through both proposed improvement recommendations, the company was able to reduce the cost of waste and increase the competitiveness of the company in the international fertilizer market.

**Keyword : Urea, Lean Manufacturing, Borda Voting Method, Risk Analysis**



***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan sebaik-baiknya. Laporan Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Industri dengan judul “Perbaikan Proses Produksi Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing* (Studi Kasus : Unit Produksi Urea Pabrik-4 PT. Pupuk Kalimantan Timur)”.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir penulis banyak mendapat saran, dorongan, bimbingan serta keterangan-keterangan dari berbagai pihak yang merupakan pengalaman yang tidak dapat diukur secara materi, namun dapat membukakan mata penulis bahwa sesungguhnya pengalaman dan pengetahuan tersebut adalah guru yang terbaik bagi penulis. Oleh karena itu dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kelancaran dan kemudahan penulis selama melaksanakan dan menyusun penelitian Tugas Akhir ini, sehingga seluruhnya dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.
2. Ibu Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing dan Ibu Dewanti Anggrahini, S.T., M.T. selaku dosen ko-pembimbing yang senantiasa memberi arahan, bimbingan, perhatian, nasihat, serta masukan selama dilakukannya penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir dengan sangat baik dan sabar.
3. Bapak Sudarto selaku Manager unit Produksi Pabrik-4 dan pembimbing eksternal penulis yang telah memberi wawasan mengenai proses produksi yang ada pada Pupuk Kaltim serta Bapak Djoko Sulistiyono selaku kepala sesi unit Urea Pabrik-4, Bapak Supardi selaku Kepala Regu 1 unit Urea Pabrik-4 dan Bapak Cecep Sofyan selaku kepala regu 2 unit Urea Pabrik-4.
4. Bapak Prof.Dr.Ir.Udisubakti Ciptomulyono, MEng.Sc., Dr. Ir. Mokhammad Suef, M.Eng dan Bapak Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, saran serta bimbingan pada penulis dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir.

5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Industri ITS yang telah membimbing dan mengajarkan ilmu dan pelajaran berharga kepada penulis selama masa perkuliahan di Teknik Industri ITS khususnya Bapak Nurhadi Siswanto, S.T, M.S.I.E., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Industri, Bapak Dr. Adhitya Sudiarno selaku dosen koordinator Tugas Akhir, dan Ibu Diesta Iva Maftuhah, S.T., M.T. selaku dosen wali penulis.
6. Keluarga yaitu Bapak Heri Susanto, Ibu Nur'aini Marzukho, Kakak Rini serta Adik Wahyu karena bimbingan, do'a dan dukungan penuhnya penulis mampu menyelesaikan penelitian Tugas Akhir kali ini.
7. Asisten Laboratorium Sistem Manufaktur #140-#148 yang selalu memberi dukungan, semangat serta bertukar pengetahuan dalam menyelesaikan masa studi di Surabaya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan yang dibuat baik sengaja maupun tidak sengaja, dikarenakan keterbatasan ilmu pengetahuan dan wawasan serta pengalaman yang penulis miliki. Untuk itu penulis mohon maaf atas segala kekurangan tersebut tidak menutup diri terhadap segala saran dan kritik serta masukan yang bersifat konstruktif bagi diri penulis. Akhir kata semoga dapat bermanfaat bagi penulis sendiri, institusi pendidikan, perusahaan dan masyarakat luas.

Bontang, Juli 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	9
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	9
1.3.1 Tujuan Penelitian .....	9
1.3.2 Manfaat Penelitian .....	9
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	9
1.4.1 Batasan .....	9
1.4.2 Asumsi .....	10
1.5 Sistematika Penulisan .....	10
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	13
2.1 Pupuk Urea .....	13
2.2 <i>Lean Manufacturing</i> .....	14
2.2.1 Definisi Lean Manufacturing .....	14
2.2.2 E-DOWNTIME (9 Waste) .....	16
2.2.3 3 Tipe Aktivitas .....	19
2.3 <i>SIPOC Diagram</i> .....	20
2.4 <i>Big Picture Mapping</i> .....	21
2.5 <i>Flow Process Chart</i> .....	24
2.6 <i>Process Activity Mapping</i> .....	26
2.6 BORDA Voting Method .....	26
2.7 <i>Root Cause Analysis (RCA)</i> .....	27
2.8 Analisa Risiko .....	28
2.9 Penelitian Terdahulu .....	31

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	33
3.1 Tahap Pendahuluan .....	33
3.1.1 Studi Lapangan.....	33
3.1.2 Studi Literatur .....	33
3.1.3 Identifikasi Permasalahan .....	33
3.1.4 Perumusan Masalah .....	33
3.1.5 Penentuan Tujuan.....	34
3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	34
3.3 Tahap Analisis dan Intepretasi .....	35
3.4 Tahap Penentuan Alternatif dan Saran Perbaikan .....	36
3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran .....	36
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	39
4.1 Gambaran Umum Perusahaan .....	39
4.1.1 Sejarah Perusahaan.....	39
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan.....	40
4.1.3 Struktur Organisasi.....	41
4.1.4 Unit Produksi Urea Pabrik-4 .....	43
4.2 Identifikasi Kondisi Eksisting Unit Produksi Urea Pabrik-4.....	44
4.2.1 SIPOC <i>Diagram</i> .....	45
4.2.2 <i>Big Picture Mapping</i> (BPM).....	52
4.2.3 <i>Flow Process Chart</i> .....	59
4.2.4 <i>Activity Classification</i> .....	61
4.2.4 Identifikasi dan Penentuan Waste Kritis <i>BORDA Voting Method</i> ....	68
BAB 5 ANALISIS DAN INTEPRETASI DATA.....	73
5.1 Analisa Waste Kritis Berdasarkan <i>SIPOC Diagram, Big Picture Mapping</i> (BPM), <i>Flow Process Diagram</i> dan <i>Activity Classification</i> .....	73
5.2 Analisa Waste Kritis Berdasarkan <i>BORDA Vothing Method</i> .....	74
5.3 Analisa Waste Kritis Berdasarkan <i>Root Cause Analysis (5 Why's)</i> .....	77
5.3.1 <i>5 Why's Waste Kritis Defect</i> .....	77
5.3.2 <i>5 Why's Waste Kritis Waiting</i> .....	81
5.4 Analisa Waste Kritis Berdasarkan Konsep Analisa Risiko .....	84
5.4.1 Perhitungan <i>Risk Rating Waste Kritis Defect</i> .....	86

5.4.2	Perhitungan <i>Risk Rating Waste</i> Kritis <i>Waiting</i> .....	90
5.5	Penentuan Alternatif Perbaikan.....	92
BAB 6 RANCANGAN TEKNIS REKOMENDASI PERBAIKAN.....		93
6.1	Perancangan Penjadwalan <i>Preventive Maintenance</i> .....	93
6.1.1	Rancangan Teknis Penjadwalan <i>Preventive Maintenance</i> .....	93
6.1.2	Perhitungan <i>Outcome</i> Kondisi Eksisting .....	100
6.1.3	Perhitungan <i>Outcome</i> Penerapan <i>Preventive Maintenance</i> .....	103
6.1.4	Perhitungan Penghematan <i>Outcome</i> Kondisi Eksisting dan Penerapan <i>Preventive Maintenance</i> .....	106
6.2	Rancangan Usulan Perbaikan Gudang Produk Jadi .....	106
6.2.1	Gudang Produk Jadi Kondisi Eksisting .....	107
6.2.2	Rancangan Teknis Usulan Gudang Produk Jadi.....	112
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN.....		119
7.1	Kesimpulan .....	119
7.2	Saran.....	120
7.2.1	Saran Bagi Perusahaan.....	120
7.2.2	Saran Bagi Penelitian Selanjutnya.....	120
DAFTAR PUSTAKA .....		123
LAMPIRAN 1 .....		125
LAMPIRAN 2.....		131
LAMPIRAN 3.....		139
LAMPIRAN 5.....		177
LAMPIRAN 6.....		179
LAMPIRAN 7.....		185
BIOGRAFI PENULIS .....		189

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Rekap Data Lembur Departemen Operasi Pabrik-4 Tahun 2016 .....	8
Tabel 2. 1 Kriteria <i>Likelihood</i> Analisa Risiko.....	28
Tabel 2. 2 Kriteria <i>Consequence</i> Analisa Risiko .....	29
Tabel 2. 3 Kriteria <i>Risk Rating</i> Analisa Risiko .....	29
Tabel 2. 4 Tabel Perhitungan <i>Risk Score</i> Analisa Risiko.....	29
Tabel 2. 5 Daftar Penelitian Terdahulu pada Pupuk Kaltim .....	31
Tabel 4. 1 SIPOC <i>Diagram</i> Proses Produksi Urea Unit Produksi Pabrik-4.....	45
Tabel 4. 2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Penolong Urea.....	47
Tabel 4. 3 SIPOC <i>Diagram</i> Proses Produksi Urea Pabrik-4 untuk Tiap Proses...	49
Tabel 4. 4 Flow Process Chart Proses Produksi Urea Pabrik-4 .....	59
Tabel 4. 5 <i>Activity Classification</i> Proses Pengaliran.....	62
Tabel 4. 6 <i>Activity Classification</i> Proses Sintesis .....	62
Tabel 4. 7 <i>Activity Classification</i> Proses Dekomposisi.....	63
Tabel 4. 8 <i>Activity Classification</i> Proses Kristalisasi.....	64
Tabel 4. 9 <i>Activity Classification</i> Proses Pengeringan.....	64
Tabel 4. 10 <i>Activity Classification</i> Proses Pendinginan.....	65
Tabel 4. 11 <i>Activity Classification</i> Proses Penyaringan.....	65
Tabel 4. 12 <i>Activity Classification</i> Proses Pengemasan.....	66
Tabel 4. 13 Potensi <i>Waste</i> berdasarkan NVA dan NNVA Seluruh Proses .....	67
Tabel 4. 14 Rekapitulasi <i>Activity Classification</i> Seluruh Proses .....	68
Tabel 4. 15 Jenis <i>Waste</i> berdasarkan 9 <i>Waste</i> pada Kondisi Eksisting.....	70
Tabel 4. 16 Rekapitulasi Hasil Kuesioner <i>BORDA</i> .....	71
Tabel 4. 17 Penentuan Peringkat <i>Waste</i> berdasarkan <i>BORDA Voting Method</i> .....	71
Tabel 5. 1 Analisa 5 <i>Why's Waste</i> Kritis <i>Defect</i> .....	79
Tabel 5. 3 Analisa 5 <i>Why's Waste</i> Kritis <i>Waiting</i> .....	83
Tabel 5. 4 Skala <i>Rating Likelihood</i> Seluruh <i>Waste</i> Kritis .....	84
Tabel 5. 5 Skala <i>Rating Consequence</i> <i>Waste</i> Kritis <i>Waiting</i> .....	84
Tabel 5. 6 Skala <i>Rating Consequence</i> <i>Waste</i> Kritis <i>Defect</i> .....	85
Tabel 5. 7 Rekap Kuesioner Analisa Risiko <i>Waste</i> Kritis <i>Defect</i> .....	88
Tabel 5. 8 Rekap Kuesioner Analisa Risiko <i>Waste</i> Kritis <i>Waiting</i> .....	91

Tabel 5. 9 Usulan Rekomendasi Perbaikan.....	92
Tabel 6. 1 Rekap MTTF dan MTTR Mesin Kritis Tahun 2016.....	94
Tabel 6. 2 Perancangan Penjadwalan <i>Preventive Maintenance</i> .....	94
Tabel 6. 3 Biaya Tenaga <i>Outsource</i> Kondisi Eksisting .....	101
Tabel 6. 4 Biaya Teknisi Eksternal Kondisi Eksisting.....	101
Tabel 6. 5 Rekapitulasi Biaya Tenaga Kerja Kondisi Eksisting .....	101
Tabel 6. 6 Rekapitulasi <i>Loss Profit</i> Kondisi Eksisting.....	102
Tabel 6. 7 Biaya <i>Overtime</i> unit Urea Pabrik-4 Tahun 2016.....	102
Tabel 6. 8 Rekapitulasi <i>Outcome</i> Kondisi Eksisting.....	103
Tabel 6. 9 Biaya Tenaga <i>Outsource</i> Kondisi Usulan.....	104
Tabel 6. 10 Biaya Tenaga Teknisi Eksternal Kondisi Usulan .....	104
Tabel 6. 11 Rekapitulasi Biaya Tenaga Kerja Kondisi Usulan .....	104
Tabel 6. 12 Rekapitulasi <i>Loss Profit</i> Kondisi Usulan.....	105
Tabel 6. 13 Rekapitulasi <i>Outcome</i> Kondisi Usulan .....	105
Tabel 6. 14 Penghematan Kondisi Eksisting dan <i>Preventive Maintenance</i> .....	106
Tabel 6. 15 Jenis, Luasan dan Kapasitas <i>Pallet</i> Kondisi Eksisting.....	107
Tabel 6. 16 Luas Area Penyimpanan dan Fasilitas Gudang Produk Jadi.....	108
Tabel 6. 17 Perbandingan Kebutuhan Luas Area dengan Area Tersedia.....	111
Tabel 6. 18 Kebutuhan <i>Pallet Rack</i> Setiap Jenis Pupuk.....	114
Tabel 6. 19 Total Biaya <i>Rack Pallet</i> Usulan Perbaikan Gudang Produk Jadi.....	115
Tabel 6. 20 Rekapitulasi Biaya <i>Rework</i> Karung Pecah Tahun Kondisi Usulan .	115
Tabel 6. 21 Rekapitulasi Biaya <i>Pallet Rack</i> Kondisi Usulan.....	116
Tabel 6. 23 Rekapitulasi Biaya <i>Outcome</i> Kondisi Usulan.....	116
Tabel 6. 24 Perbandingan <i>Outcome</i> Kondisi Eksisting dan Kondisi Usulan.....	117

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data Urea <i>Out-of Spec</i> Pabrik-4 Tahun 2016.....	4
Gambar 1. 2 Jumlah Urea Pecah dan <i>Rework</i> (dalam ton) Tahun 2016 .....	5
Gambar 1. 3 Prosentase Urea Pecah dan Urea Pecah Terbuang Tahun 2016.....	6
Gambar 1. 4 Prosentase <i>Rework</i> Pupuk Urea Pabrik-4 Tahun 2016.....	6
Gambar 1. 5 Realisasi Target Produksi Urea Unit Produksi Pabrik-4 .....	7
Gambar 2. 1 Skema Produksi Pupuk Urea Granul.....	14
Gambar 2. 2 Elemen Utama dalam <i>Lean Manufacturing</i> (Feld, 2000) .....	16
Gambar 2. 3 <i>SIPOC Diagram</i> (George, 2010) .....	21
Gambar 2. 4 Simbol <i>Big Picture Mapping</i> (Hines and Taylor, 2000 ) .....	22
Gambar 2. 5 Tahap 5 <i>Big Picture Mapping</i> (Hines and Taylor, 2000 ) .....	24
Gambar 2. 6 <i>Flow Process Chart</i> (Hines & Taylor, 2000) .....	25
Gambar 2. 7 Peta Risiko (Anityasari and Wessiani, 2011).....	30
Gambar 3. 1 <i>Flowchart Penelitian</i> .....	35
Gambar 3. 2 <i>Flowchart Penelitian (lanjutan)</i> .....	37
Gambar 4. 1 Struktur Organisasi Pupuk Kaltim.....	43
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi Unit Produksi Urea Pabrik-4 Pupuk Kaltim ....	44
Gambar 4. 3 <i>Big Picture Mapping</i> Proses Produksi Unit Urea Pabrik-4.....	58
Gambar 6. 1 <i>Layout Gudang Produk Jadi Kondisi Eksisting</i> .....	110
Gambar 6. 2 Usulan <i>Pallet Rack</i> Tampak Perspektif.....	112
Gambar 6. 3 Usulan <i>Pallet Rack</i> Tampak Atas.....	113
Gambar 6. 5 Usulan <i>Pallet Rack</i> Tampak Depan.....	113

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Bab ini berisi mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang diangkat, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan.

### **1.1 Latar Belakang**

PT. Pupuk Kalimantan Timur (Pupuk Kaltim) merupakan salah satu anggota dari Pupuk Indonesia *Holding Company* (PIHC) yang berlokasi di Kota Bontang, Kalimantan Timur. Perusahaan ini bergerak dalam bidang manufaktur pupuk dengan produk unggulan berupa Urea, NPK Pelangi dan Amonia. Pupuk Kaltim memiliki kapasitas produksi Urea terbesar di Indonesia yaitu 3,43 juta ton pertahun, Amonia sebesar 2,76 juta ton pertahun dan NPK sebesar 350 ribu ton per tahun. Sampai saat ini, Pupuk Kaltim memiliki 7 unit produksi yang beroperasi dengan jenis produk yang berbeda-beda. Secara garis besar, pupuk yang dihasilkan oleh Pupuk Kaltim dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu pupuk subsidi dan pupuk non-subsidi. Pupuk bersubsidi terdiri dari pupuk Urea ZA serta NPK pelangi sedangkan untuk pupuk non-subsidi terdiri dari pupuk Urea, NPK Fusion dan Ammonia *liquid*. Pupuk Kaltim memiliki omzet usaha tertinggi kedua dalam bidang industri pupuk setelah PT Petrokimia Gresik yaitu Rp. 16,5 Triliun (Sahari, 2016).

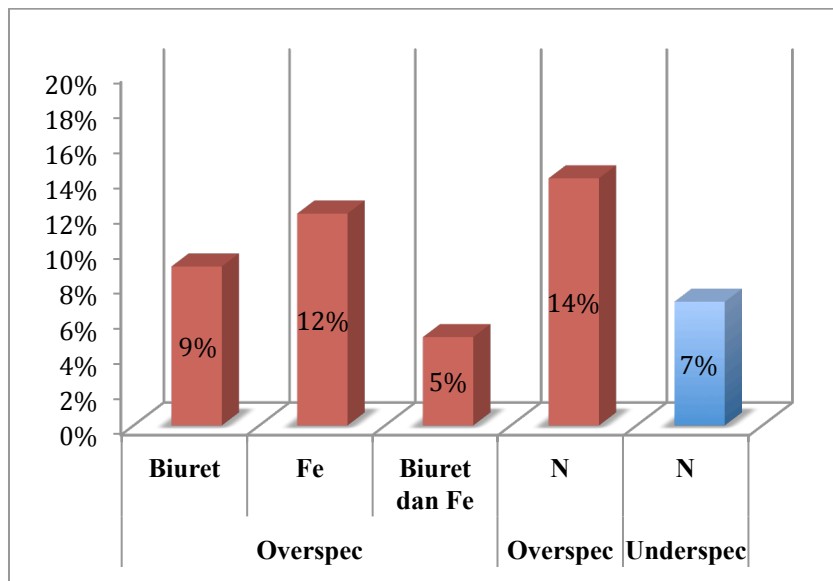
Fasilitas produksi dengan kapasitas produksi paling tinggi pada Pupuk Kaltim ialah pupuk Urea yaitu 3.430.000 ton/tahun. Pupuk Urea merupakan pupuk non subsidi dengan target pemasaran yaitu instansi yang bergerak pada bidang agribisnis maupun kelompok petani. Pupuk urea, disebut juga pupuk nitrogen (N) karena memiliki kandungan nitrogen yang tinggi. Kegunaan dari pupuk Urea antara lain untuk mempersubur tanah pada lahan pertanian atau perkebunan, memperkaya unsur nitrogen (N) pada tanah, menambah daya tahan tanaman terhadap hama dan penyakit pada masa pertumbuhan, serta bersifat

sebagai katalis atau mampu mempercepat metabolisme tanaman dalam menghasilkan buah. Pupuk Kaltim memiliki empat fasilitas yang memproduksi pupuk Urea, yaitu Pabrik-2, Pabrik-3, Pabrik-4 dan Pabrik-5. Pupuk Kaltim memproduksi Urea menggunakan bahan baku berupa ammonia ( $\text{NH}_3$ ), karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air. Karbondioksida digunakan pada proses sintesis pada unit sintesa untuk mendapatkan *inert* ammonia sedangkan air digunakan pada proses selanjutnya yaitu purifikasi dan kristalisasi yang dilakukan menggunakan pemanfaatan panas yang dikirimkan oleh *boiler*. Keseluruhan bahan baku maupun *output* antar proses disalurkan menggunakan pipa penghubung dan menghasilkan *output* akhir berupa Urea *granule* (butir). Urea *granule* ini kemudian disalurkan menuju mesin pengemas menggunakan *conveyor*. Pupuk Urea yang diproduksi Pupuk Kaltim mengandung 46% nitrogen (N), 1% biuret ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_2$ ), dan 1,5% besi (Fe).

Pupuk Kaltim telah ditetapkan sesuai surat Direktur Utama PIHC sebagai pemasok utama pupuk untuk kawasan timur Indonesia hingga Papua dan sebagian besar Jawa Timur dan Kalimantan. Pupuk Kaltim merupakan perusahaan pupuk sekelas internasional, maka hal tersebut tidak menutup kemungkinan munculnya kompetitor dari Negara lain yang bergerak pada bidang industri pupuk. Salah satu kompetitor utama Pupuk Kaltim ialah pupuk impor yang berasal dari Cina, Amerika Serikat serta Tailand. Salah satu persaingan ketat yang tengah terjadi ialah pada harga jual produk terutama pada sektor pupuk Urea. Pada tahun 2016, harga pupuk Urea impor ialah Rp. 2,8 juta per ton sedangkan harga pupuk urea dalam negeri mencapai Rp. 3,4 juta per ton (JawaPos, 2016). Pupuk Kaltim memiliki mayoritas konsumen khusus untuk produk pupuk non-subsidi berupa kelompok industri pertanian serta industri perkebunan, maka harga produk berupa pupuk non subsidi akan menjadi hal yang sangat diperhatikan. Konsumen dari akan sangat memperhatikan harga produk yang ditawarkan dan memilih produk dengan harga yang lebih ekonomis dengan kualitas yang sama atau bahkan lebih baik. Hal ini dapat menyebabkan Pupuk Kaltim kehilangan pangsa pasar pada sektor pupuk Urea non-subsidi dalam negeri. Untuk itu, perlu adanya langkah strategis yang dipersiapkan oleh Pupuk Kaltim untuk menghadapi fenomena tersebut.

Berdasarkan hasil pada observasi awal didapatkan bahwa Pabrik-4 merupakan salah satu unit produksi yang memproduksi Urea dan memiliki permasalahan pada proses produksinya. Tercatat pada laporan departemen Operasi Pabrik-4 pada rentang waktu Januari sampai dengan Desember 2016 bahwa nilai kapabilitas dari unit produksi tersebut sebesar 0,45. Apabila nilai kapabilitas proses pada suatu unit produksi kurang dari 1, maka dapat disimpulkan bahwa proses produksi yang berjalan tidak baik. Nilai kapabilitas ini turut didukung oleh data hasil uji laboratorium yang dikeluarkan oleh departemen Laboratorium yang dikeluarkan pada akhir tahun 2016. Data tersebut menyatakan bahwa terdapat variasi pada kandungan N,  $C_2H_5N_3O_2$ , dan Fe yang berada di luar batas toleransi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Hal tersebut menyebabkan timbulnya *defect* pada produk yang dihasilkan oleh Pabrik-4.

Pupuk Kaltim telah menentukan batas toleransi pada kandungan N pupuk Urea sebesar  $\pm 3\%$  dari standar 46%, sedangkan untuk  $C_2H_5N_3O_2$  yaitu sebesar  $+1,5\%$  dari standar 1% dan Fe sebesar  $+2\%$  dari standar 1.5% (Pupuk Kaltim, 2003). Spesifikasi yang ditentukan oleh Pupuk Kaltim merujuk pada Rancangan Dasar Produksi Pupuk yang telah ditentukan untuk unsur  $C_2H_5N_3O_2$  dan Fe telah mempertimbangan bahwa kedua unsur tersebut apabila melebihi batas toleransi, maka akan menghambat pertumbuhan tanaman atau bahkan dapat menyebabkan tanaman mati. Pupuk Urea yang memiliki kadar  $C_2H_5N_3O_2$ , Fe, dan N di luar batas toleransi maka akan dikembalikan menuju unit purifikasi untuk dilakukan proses *rework*. Namun tidak menutup kemungkinan bahwa Urea dengan kandungan unsur di luar batas toleransi tetap dipasarkan. Hal ini disebabkan karena departemen Laboratorium menggunakan metode *sampling* dalam melakukan uji spesifikasi produk dan pengujian kadar dilakukan menggunakan *sample* yang telah ada pada gudang produk jadi pada pabrik. Menurut laporan yang dikeluarkan oleh departemen Laboratorium pada Desember 2016, terdapat 9% Urea dengan kadar  $C_2H_5N_3O_2$ , 12% produk Urea dengan kadar Fe serta 5% produk Urea dengan kadar  $C_2H_5N_3O_2$ , dan Fe diatas batas toleransi (*overspec*). Selain daripada itu, terdapat 14% Urea dengan kadar N diatas batas toleransi dan 7% Urea dengan kadar N dibawah batas toleransi (*underspec*) dari spesifikasi yang telah ditentukan (Gambar 1.1).



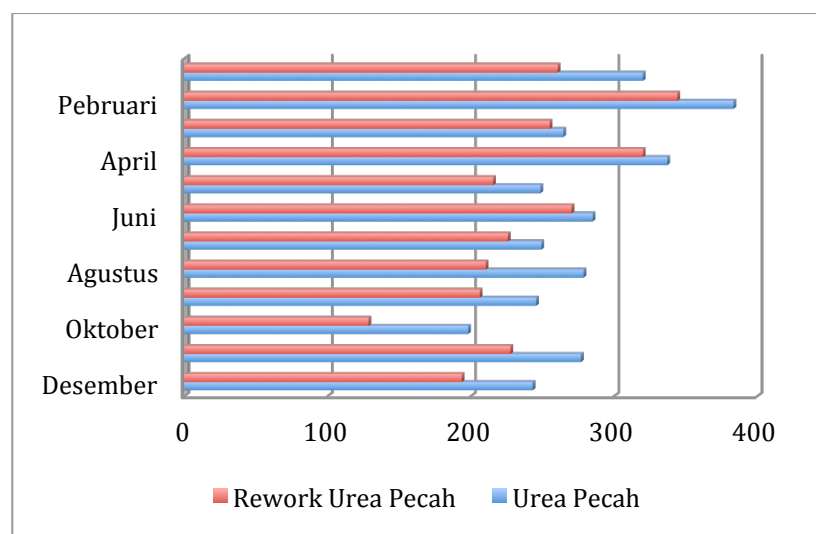
**Gambar 1. 1 Data Urea *Out-of-Spec* Pabrik-4 Tahun 2016**

**Sumber : Laporan Departemen Laboratorium Pupuk Kaltim Tahun 2016**

Konsumen yang mendapatkan Urea dengan kadar  $C_2H_5N_3O_2$ , dan/atau Fe diatas batas toleransi spesifikasi tentunya merasakan dampak yang signifikan berupa terhambatnya pertumbuhan atau bahkan matinya tanaman, sedangkan untuk Urea dengan kadar N dibawah batas toleransi spesifikasi akan menurunkan kadar unsur hara yang diserap oleh tanaman yang berpengaruh pada kualitas dari Urea Pupuk Kaltim (Chrisantiara, M. 2004). Hal ini dapat menurunkan minat pasar terhadap produk Urea yang dipasarkan. Disisi lain, Urea dengan kandungan N diatas batas toleransi berdampak pada penggunaan bahan baku yang digunakan pada proses produksinya. Mengacu pada Rancangan Dasar Produksi Pupuk (RDPP), ratio bahan baku utama sebesar 1 liter Ammonia cair (*liquid*) berbanding 1,72 kilogram Urea. Namun pada kondisi yang ada, ratio bahan baku utama sebesar 1 liter Amonia cair berbanding 1,57 kilogram Urea. Ratio kondisi eksisting didapatkan melalui hasil perhitungan antara jumlah Urea yang diproduksi dibagi dengan jumlah bahan baku Ammonia cair yang digunakan pada tahun 2016. Dengan kata lain, Pupuk Kaltim mengalami kerugian sebesar 0,05 liter Ammonia untuk setiap 1 kilogram Urea yang digunakan pada proses produksinya atau sebesar 31.802,4 kiloliter Ammonia dengan total 572.529 ton

Urea yang diproduksi oleh Pabrik-4 pada tahun 2016. Dikarenakan Pupuk Kaltim memproduksi Ammonia, maka kerugian finansial berdampak pada bahan baku Ammonia. Bahan baku dari Ammonia ialah gas alam. Melalui perhitungan antara kebutuhan gas alam pada proses produksi Ammonia dengan *output* dari Ammonia yang dihasilkan, didapatkan bahwa untuk setiap 36.000 mmbtu gas alam yang digunakan mampu menghasilkan 1 liter Ammonia cair. Mempertimbangkan harga gas alam pada tahun 2016 yaitu Rp. 106.088 per juta mmbtu (CNNIndonesia, 2016), maka dapat diestimasikan bahwa Pupuk Kaltim mengalami kerugian sebesar Rp. 121,4 miliar pada tahun 2016 dikarenakan produk *overspec* yang dihasilkan.

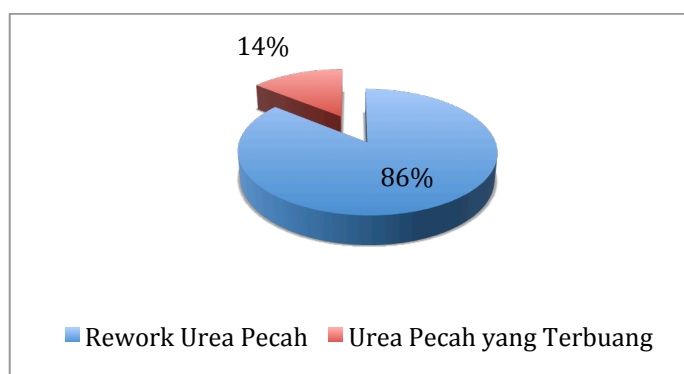
Selain pada proses produksi, permasalahan juga timbul pada Urea yang telah dikemas. Permasalahan ini berupa *defect* yaitu pecahnya karung pengemas dari Urea sehingga produk tidak dapat dipasarkan. Urea yang didapati pecah pada proses pendistribusiannya kemudian dikembalikan menuju unit produksi untuk dilakukan *rework*. Gambar 1.2 menunjukkan banyaknya jumlah Urea pecah dan jumlah *rework* yang terjadi pada rentang waktu Januari sampai dengan Desember 2016. Sebagian dari Urea yang didapati pecah pada proses pendistribusiannya tidak dapat diproses ulang. Hal ini disebabkan karena terkontaminasi oleh udara maupun terpengaruh oleh kelembapan pada proses pengiriman ulang yang mengakibatkan timbulnya endapan pada bagian bawah karung.



**Gambar 1. 2 Jumlah Urea Pecah dan *Rework* (dalam ton) Tahun 2016**

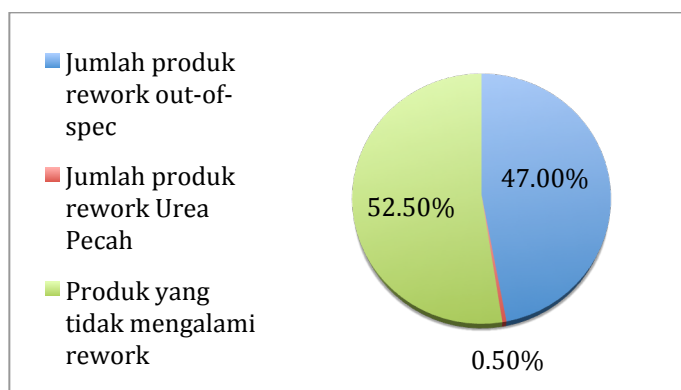
**Sumber : Laporan Tahunan Pupuk Kaltim Tahun 2016**

Urea pecah yang tidak dapat diproses ulang memiliki proporsi sebesar 14% dari total Urea pecah keseluruhan atau sebesar 472 ton dari total Urea pecah sebanyak 3.331 ton (Gambar 1.3). Dengan harga jual produk pupuk Urea non-subsidi sebesar Rp. 3,800 per kilogram, maka dapat diestimasikan bahwa Pupuk Kaltim mengalami kerugian sebesar Rp. 1.797.400.000 pada tahun 2016 yang diakibatkan oleh pupuk Urea yang tidak dapat diproses ulang.



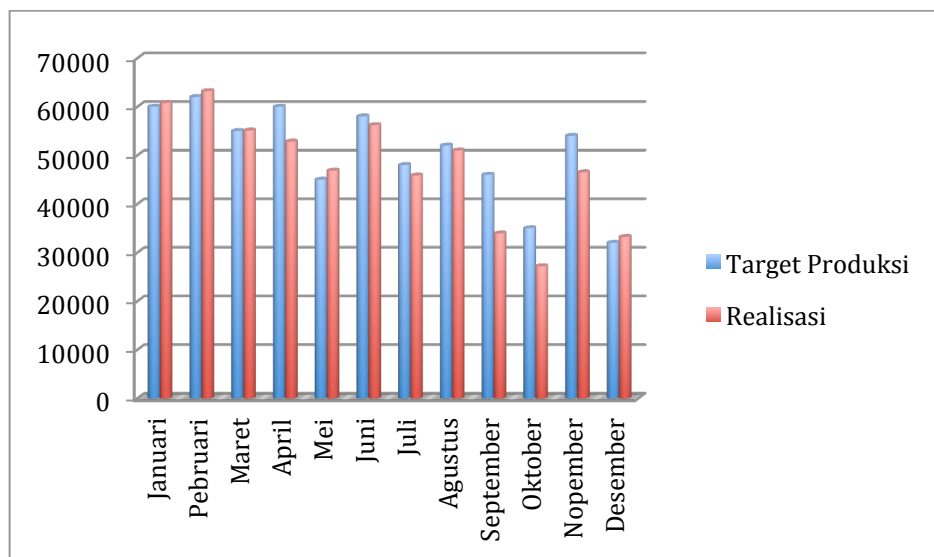
**Gambar 1. 3 Prosentase Urea Pecah dan Urea Pecah Terbuang Tahun 2016**

Permasalahan berupa timbulnya *defect* pada proses produksi maupun produk jadi menimbulkan tingkat *rework* yang tinggi pada unit Urea Pabrik-4. Prosentase *rework* yang dilakukan pada *defect* yang timbul saat proses produksi ialah sebesar 47% dari total produksi tahun 2016 atau sebesar 269.089 ton sedangkan prosentase *rework* yang dilakukan *defect* yang timbul pada produk jadi ialah sebesar 0.50% atau sebesar 2.859 ton dari total produksi pada tahun 2016 sebesar 572.529 ton (Gambar 1.4).



**Gambar 1. 4 Prosentase Rework Pupuk Urea Pabrik-4 Tahun 2016**

Permasalahan lain yang ditemukan pada unit produksi Urea Pabrik-4 ialah tidak tercapainya target produksi yang telah ditetapkan oleh pihak Pupuk Kaltim. Berdasarkan data produksi yang dimiliki oleh departemen Operasi Pabrik-4 pada tahun 2016, hanya target produksi selama 5 dari 12 bulan yang dapat terpenuhi (Gambar 1.5). Tidak terpenuhinya target produksi yang telah ditetapkan oleh Pupuk Kaltim disebabkan oleh beberapa faktor, seperti mundurnya waktu pengoperasian mesin karena durasi *maintenance* yang terlalu lama dan tingginya frekuensi *rework* yang dilakukan. Target produksi tidak dapat tercapai apabila waktu yang digunakan untuk melakukan produksi Urea terundur karena proses *maintenance* yang terlalu lama dan tingginya proses *rework* yang dilakukan.



**Gambar 1. 5 Realisasi Target Produksi Urea Unit Produksi Pabrik-4**

**Sumber : Laporan Tahunan Pupuk Kaltim Tahun 2016**

Tingginya frekuensi *rework* dan lamanya durasi *maintenance* yang dilakukan pada unit produksi Pabrik-4 menyebabkan tingginya tingkat lembur yang dilakukan oleh pekerja. Selain daripada itu, usaha pemenuhan target produksi juga turut mempengaruhi tingginya tingkat lembur yang ada. Tercatat pada laporan bulanan departemen KHI bahwa total jam lembur pekerja yang berada pada departemen Operasi Pabrik-4 Urea pada tahun 2016 sebesar 27.968 jam kerja orang. Pada Tabel 1.1 telah ditunjukkan rincian berupa jam kerja lembur, jumlah pekerja lembur, serta biaya yang dikeluarkan perbulan. Biaya

lembur secara keseluruhan yang dikeluarkan oleh Pupuk Kaltim pada unit produksi Pabrik-4 sebesar Rp. 1.398.400.000.

**Tabel 1. 1 Rekap Data Lembur Departemen Operasi Pabrik-4 Tahun 2016**

Periode	Kelebihan Jam kerja (Jam Orang)	Biaya <i>Overtime</i>
Januari	2.941	Rp147.050.000
Pebruari	2.207	Rp110.350.000
Maret	2.119	Rp105.950.000
April	2.905	Rp145.250.000
Mei	2.673	Rp133.650.000
Juni	2.479	Rp123.950.000
Juli	2.295	Rp114.750.000
Agustus	2.602	Rp130.100.000
September	1.199	Rp59.950.000
Oktober	2.260	Rp113.000.000
Nopember	2.456	Rp122.800.000
Desember	1.832	Rp91.600.000
<b>Total</b>	<b>27.968</b>	<b>Rp1.398.400.000</b>

**Sumber : Laporan Tahunan Departemen KHI**

Berdasarkan penjabaran permasalahan diatas, dapat disimpulkan bahwa terdapat dua permasalahan yang terdapat pada unit produksi Pabrik-4, yaitu *defect* pada produk jadi yang dihasilkan serta *waiting* yang disebabkan tingginya frekuensi *rework* dan lamanya durasi *maintenance* yang dilakukan. Demi menjaga pangsa pasar produk Urea non-subsidi dalam negeri, maka Pupuk Kaltim perlu dilakukannya perbaikan pada proses produksi Urea unit produksi Pabrik-4.

Untuk memperbaiki proses produksi yang ada pada unit produksi Pabrik-4, dapat digunakan pendekatan konsep *lean* yang dapat mengarahkan perusahaan untuk berupaya semaksimal mungkin dalam mengeliminasi segala jenis *waste* yang mungkin terjadi dalam proses produksinya, sehingga performansi perusahaan dapat lebih ditingkatkan (Ohno,1988). *Waste* adalah segala hal yang tidak memberikan nilai tambah pada suatu proses dan dalam hal ini *waiting* merupakan jenis *waste* yang ditemukan pada proses pengambilan *sparepart*.

Melalui tahap identifikasi, dapat diketahui kondisi eksisting secara keseluruhan dari proses eksisting dan menemukan seluruh *waste*. Penyebab dari *waste* tersebut akan semaksimal mungkin dieliminasi dengan cara menerapkan alternatif rekomendasi perbaikan yang sesuai dengan kondisi tersebut.



## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang diangkat berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya ialah bagaimana memperbaiki proses produksi pupuk Urea pada unit produksi Pabrik-4 menggunakan pendekatan *lean manufacturing*.

## **1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Sub bab ini akan menjelaskan mengenai tujuan dan manfaat penelitian tugas akhir yang dilakukan oleh penulis.

### *1.3.1 Tujuan Penelitian*

Berikut merupakan tujuan dilakukannya penelitian tugas akhir ini.

1. Menentukan *waste* yang terjadi pada proses produksi Urea Pabrik-4 menggunakan *SIPOC diagram*, *Big Picture Mapping*, seta *Activity Classification*.
2. Menentukan *waste* kritis yang terjadi pada proses produksi Urea Pabrik-4 menggunakan *BORDA Voting Method*.
3. Mengevaluasi alasan terjadinya *waste* pada proses produksi Urea Pabrik-4 Pupuk Kaltim.
4. Memberikan rekomendasi maupun saran perbaikan pada proses produksi Urea Pabrik-4 Pupuk Kaltim.

### *1.3.2 Manfaat Penelitian*

Manfaat yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini ialah Pupuk Kaltim mampu meminimalkan biaya produksi yang terjadi pada proses produksi Urea Pabrik-4 melalui rekomendasi yang diusulkan sehingga harga jual Urea mampu bersaing dan tetap menjaga pangsa pasar yang ada.

## **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Sub bab ini akan menjelaskan mengenai batasan dan asumsi yang digunakan pada penelitian tugas akhir yang dilakukan oleh penulis.

### *1.4.1 Batasan*

Batasan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini antara lain.

1. Produk yang menjadi objek amatan penulis ialah Urea non-subsidi yang diproduksi pada Pabrik-4
2. Tahap identifikasi dan observasi dimulai pada proses penyaluran bahan baku pada Pabrik-4 menuju proses sintesis sampai dengan proses penyimpanan pupuk pada gudang produk jadi.

#### *1.4 2 Asumsi*

Asumsi yang digunakan pada pelaksanaan penelitian tugas akhir ini ialah tidak adanya perubahan kebijakan, prosedur, maupun metode yang digunakan yang berkaitan dengan proses produksi Urea Pabrik-4.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini ialah sebagai berikut.

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bagian ini menjelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian yang digunakan, serta sistematika penulisan.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini menjelaskan mengenai landasan teori, gagasan, konsep serta metode yang dijadikan penulis sebagai landasan dalam melakukan penelitian tugas akhir.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bagian ini menjelaskan mengenai alur pengerjaan penelitian tugas akhir yang dilakukan oleh penulis agar penelitian berjalan secara sistematis dan terstruktur.

#### **BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bagian ini menjelaskan mengenai kondisi eksisting perusahaan khususnya unit produksi Urea Pabrik-4 serta data-data yang dikumpulkan dan diolah menggunakan *SIPOC Diagram*, *Big Picture Mapping*, *Activity Classification*, dan

*Borda Voting Method* untuk mengidentifikasi *waste* yang ada.

## BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Bagian ini menjelaskan mengenai analisis dari hasil *waste* kritis yang didapatkan melalui pengolahan *SIPOC Diagram*, *Big Picture Mapping*, *Activity Classification*, dan *Borda Voting Method* serta analisis menggunakan *Root Cause Analysis*.

## BAB 6 RANCANGAN TEKNIS REKOMENDASI PERBAIKAN

Bagian ini akan menjelaskan mengenai rancangan teknis dan rekomendasi perbaikan yang akan diberikan kepada pihak perusahaan yang didapat melalui hasil analisis dan interpretasi data. Rekomendasi perbaikan dirancang secara teknis dan dipilih berdasarkan perhitungan analisis biaya penghematan yang dapat dilakukan.

## BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini berisi kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian tugas akhir dan saran yang diberikan untuk perusahaan serta penelitian selanjutnya.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini berisi mengenai landasan teori, gagasan, konsep serta metode yang dijadikan penulis sebagai landasan dalam melakukan penelitian tugas akhir.

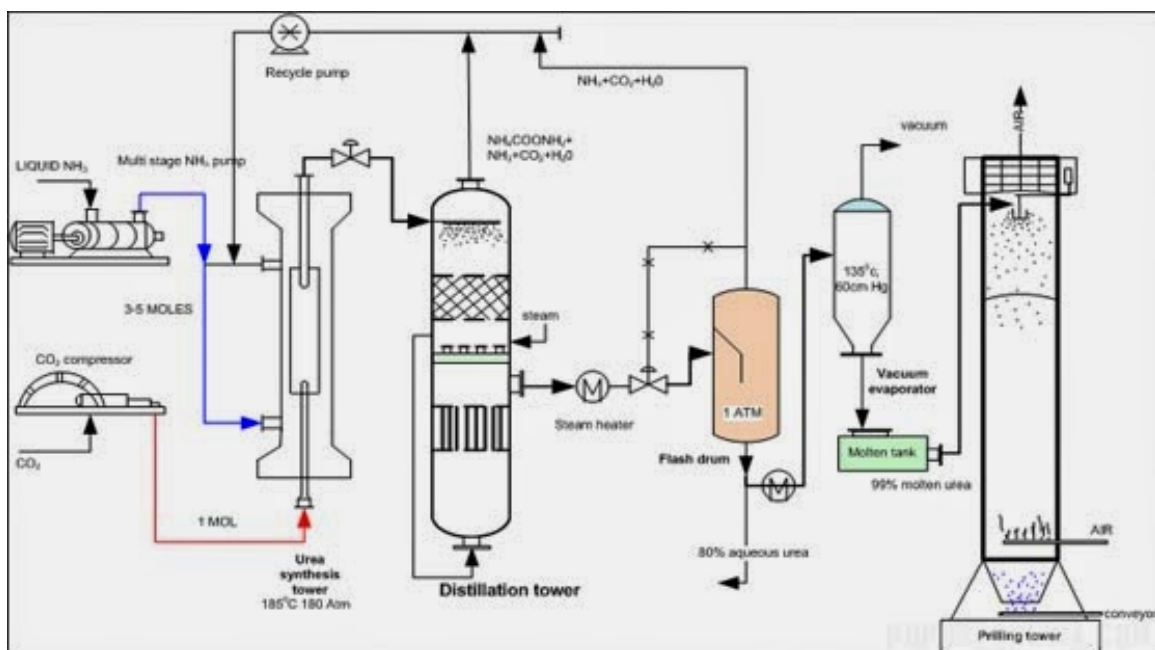
#### **2.1 Pupuk Urea**

Pupuk Kaltim merupakan salah satu produsen pupuk terbesar di Indonesia. Salah satu produk unggulan yang dimiliki oleh Pupuk Kaltim ialah pupuk Urea. Pupuk Urea atau yang sering disebut dengan pupuk nitrogen (N) memiliki kandungan utama nitrogen sebesar 46%. Pupuk Urea memiliki sifat utama higroskopis, yaitu kemampuan suatu zat untuk menyerap molekul air dari lingkungannya dengan baik baik melalui absorpsi atau adsorpsi. Secara umum, manfaat dan fungsi pupuk Urea adalah sebagai nutrisi dalam proses pertumbuhan vegetative tanaman seperti daun, akar, tunas, batang, dan lain sebagainya. Pupuk juga memiliki beberapa kegunaan dan manfaat lain, yaitu :

1. Membuat daun lebih rimbun, segar, dan hijau.
2. Mempercepat pertumbuhan tinggi tanaman, serabut akar, panjang akar serta sintesis protein dalam tanaman.
3. Meningkatkan pertumbuhan lilit batang, tunas baru, dan laju fotosintesis.
4. Memacu adaptasi pertumbuhan tanaman dalam kondisi aklimatisasi.
5. Memperbaiki sifat kimia tanah terkait dengan ketersediaan Nitrogen.

Terdapat beberapa proses yang dilewati dalam proses produksi pupuk Urea pada Pupuk Kaltim (Gambar 2.1). Proses diawali dengan mengalirkan Ammonia cair ( $\text{NH}_3$ ) dan Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) menggunakan kompresor menuju unit sintesa. Pereaksian kedua bahan baku tersebut dilakukan di dalam Urea reaktor kedap udara. Selama proses reaksi, *recycle* katalisator berupa Karbamat yang berasal dari unit *recovery* dimasukkan ke dalam Urea reaktor pada unit sintesa. Setelah selesai, hasil sintesa urea berupa Ammonia dengan kandungan Karbamat *liquid* ( $\text{H}_2\text{NCOONH}_4$ ) kemudian di kirim ke unit purifikasi untuk memisahkan Ammonium Karbamat dan Ammonia berlebih. Karbamat dan Ammonia berlebih yang telah dipisahkan kemudian dikirim kembali menuju unit *recovery* untuk

kembali dijadikan *recycle* katalisator pada proses berikutnya. Proses dilanjutkan dengan mengirimkan larutan Urea yang dihasilkan pada proses purifikasi menuju unit kristalisasi. Pengkristalan dilakukan secara keping udara, lalu kristal Urea yang dihasilkan dipisahkan dengan cara sentrifugasi. Kristal urea kemudian dikirim ke unit granulasi untuk mengubah kristal Urea menjadi Urea granul. Urea granul yang dihasilkan, kemudian disalurkan menggunakan *conveyor* menuju unit pengemasan.



**Gambar 2. 1 Skema Produksi Pupuk Urea Granul**

Sumber : Data Perusahaan

## 2.2 *Lean Manufacturing*

Sub bab ini akan menjelaskan mengenai *Lean Manufacturing* dan *waste*.

### 2.2.1 *Definisi Lean Manufacturing*

Konsep *lean* pertama kali digagas oleh Taiichi Ohno, Eiji Toyoda dan Shigeo Shingo dengan mengembangkan sebuah sistem produksi yang disiplin dan berfokus pada proses yang sekarang dikenal sebagai *Toyota Production System* sebagai upaya dalam pengembangan industri di Jepang pada era pasca Perang Dunia II. Konsep *Toyota Production System* kemudian dipopulerkan di Amerika oleh *Massachusetts Institute of Technology* dalam studi mengenai

pergerakan dari produksi masal ke arah produksi seperti yang dijabarkan oleh James P. Womack, Daniel T. Jones dan Daniel Roos dalam *The Machine that Changed the World* (1990) dengan julukan lain yaitu *Lean Manufacturing*. Tujuan dari sistem ini adalah untuk meminimumkan penggunaan sumber-sumber daya yang tidak memberi nilai tambah pada produk dan memberikan perbaikan berkelanjutan terhadap sistem tersebut (Shingo, 1988). Konsep dasar dari *lean* ialah upaya rekayasa suatu sistem agar menjadi lebih ramping atau efisien dengan meminimalkan *input* pada sistem tersebut untuk mendapatkan hasil yang sempurna. Konsep dari *lean* pertama diperkenalkan oleh Ohno di industri manufaktur Jepang yaitu *Toyota Motor Corporation* pada tahun 1950an. Ohno mengemukakan bahwa konsep *lean* mampu digunakan untuk meminimalisasi pemborosan serta meningkatkan aliran produk dengan kualitas yang baik, selain daripada itu *lean* bertujuan untuk mengeliminasi segala jenis pemborosan yang terjadi demi meningkatkan performansi dari perusahaan (Ohno, 1988). Konsep dari *lean* dapat diterapkan pada berbagai bidang yang ada pada perusahaan.

Istilah “*Lean*” yang ada dalam dunia bidang manufaktur saat ini dikenal dengan istilah yang berbeda seperti *Lean Production*, *Lean Manufacturing*, *Toyota Production System*, dan lain-lain. *Lean Manufacturing* merupakan upaya rekayasa suatu sistem produksi yang bertujuan untuk mengeliminasi adanya pemborosan (*waste*) pada setiap aspek produksi terkait, mulai dari aliran bahan baku sampai dengan aliran produk akhir ke konsumen, melalui metode *continuous improvement* sehingga dapat meningkatkan *output* yang dihasilkan dan produktifitas dari sistem produksi (Feld, 2000). Keberhasilan dari implementasi *lean manufacturing* memerlukan integrasi dari lima elemen utama pada *lean manufacturing*. Elemen-elemen pada *lean manufacturing* bersifat kritis dan diperlukan dalam upaya penerapan *lean manufacturing* pada suatu sistem produksi. Setiap elemen memperhatikan aspek-aspek yang ada di dalamnya demi keberhasilan penerapan *lean manufacturing* (Gambar 2.2). Elemen-elemen tersebut antara lain :

1. *Manufacturing Flow*

Aspek yang menjelaskan perubahan fisik dan standar rancangan yang dijalankan pada suatu sistem produksi.

2. *Organization*

Aspek yang berfokus pada identifikasi peran dan fungsi dari sumber daya manusia yang digunakan.

3. *Process Control*

Aspek yang mengarah pada pemantauan, pengendalian, dan perbaikan pada proses yang ada.

4. *Metrics*

Aspek yang menjelaskan mengenai pengukuran performansi yang bersifat *visible* dan berorientasi pada hasil.

5. *Logistic*

Aspek yang berfokus pada aturan operasi dan mekanisme untuk perencanaan dan pengendalian aliran material yang ada.

<b>Manufacturing Flow</b>	<b>Organization</b>	<b>Control</b>	<b>Metrics</b>	<b>Logistics</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Product Grouping</i></li><li>• <i>Process Mapping</i></li><li>• <i>Routing Analysis</i></li><li>• <i>Takt Calculation</i></li><li>• <i>Workload Balancing</i></li><li>• <i>Kanban Sizing</i></li><li>• <i>Cell Layout</i></li><li>• <i>Standard Work</i></li><li>• <i>One-piece Flow</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Product-focused</i></li><li>• <i>Multi-disiplined team</i></li><li>• <i>Touch Labor cross-training skill matrix</i></li><li>• <i>Training (SPC, Kaizen, Lean-awareness, etc.)</i></li><li>• <i>Communication plan</i></li><li>• <i>Roles and responsibility</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Total Produce Maintenance</i></li><li>• <i>Pokayoke</i></li><li>• <i>SMED</i></li><li>• <i>Graphical work instruction</i></li><li>• <i>Visual Control</i></li><li>• <i>Line Stop</i></li><li>• <i>5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke)</i></li><li>• <i>SPC</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Total Cost</i></li><li>• <i>On-time Delivery</i></li><li>• <i>Process Lead Time</i></li><li>• <i>Inventory Turns</i></li><li>• <i>Space Utilization</i></li><li>• <i>Travel Distance</i></li><li>• <i>Productivity</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Forward Plan</i></li><li>• <i>Mixed Model Manufacturing</i></li><li>• <i>A,B,C Parts Handling</i></li><li>• <i>Service Cell</i></li><li>• <i>Costumer/ Supplier Alignment</i></li><li>• <i>Kanban Pull</i></li><li>• <i>Level Loading</i></li></ul>

**Gambar 2. 2 Elemen Utama dalam *Lean Manufacturing* (Feld, 2000)**

2.2.2 *E-DOWNTIME (9 Waste)*

*Waste* merupakan hasil dari penggunaan berlebih sumber daya atau *resource* yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk atau jasa. Terdapat sembilan jenis *waste* yang dapat diidentifikasi dalam sebuah perusahaan. Sembilan jenis *waste* ini biasa disebut dengan E-DOWNTIME (Gaspersz and



Fontana, 2007). Berikut merupakan macam-macam dan penjelasan mengenai sembilan jenis *waste* :

1. *Environmental, Health and Safety (EHS)*

Jenis pemborosan ini terjadi karena adanya kelalaian dalam memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan prinsip EHS. Kelalaian ini dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja yang berakibat pada timbulnya biaya tambahan, terbuangnya waktu serta penggunaan sumber daya lainnya.

2. *Defects (D)*

Jenis pemborosan ini terjadi karena munculnya kecacatan atau kegagalan produk setelah melalui suatu proses. Pemborosan berupa *defect* berkaitan erat dengan permasalahan kualitas produk. Jenis pemborosan ini berdampak pada timbulnya upaya *rework* atau bahkan terbuangnya bahan baku yang digunakan karena produk sudah tidak dapat diperbaiki. *Rework* yang dilakukan tentunya membutuhkan sumber daya lain seperti biaya tambahan maupun penggunaan tenaga kerja yang berlebih.

3. *Overproduction (O)*

Jenis pemborosan ini terjadi karena produk yang dihasilkan melebihi kuantitas yang dibutuhkan oleh pasar. *Overproduction* disebabkan karena salahnya peramalan kebutuhan pasar, langkah antisipasi terhadap kerusakan mesin serta produk cacat yang dihasilkan, dan lain-lain. *Overproduction* berdampak pada penggunaan sumber daya yang berlebih seperti peningkatan jam tenaga kerja, peningkatan kebutuhan akan penyimpanan dan ruang pada gudang penyimpanan, peningkatan kebutuhan bahan baku yang digunakan, dan lain sebagainya.

4. *Waiting (W)*

*Waiting* atau waktu *idle* merupakan suatu pemborosan karena hal tersebut tidak memberi nilai tambah terhadap produk yang dihasilkan. Produk yang harus menunggu dalam proses produksi telah mengkonsumsi sumber daya yang digunakan dan menimbulkan biaya tambahan. *Work in Process (WIP)* merupakan penyebab utama timbulnya *waste* ini. Selain itu, WIP juga dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti pergerakan produk yang terlalu berlebihan serta adanya *bottleneck* pada mesin.

5. *Not Utilized/Under-Utilized Employee (N)*

Jenis pemborosan ini timbul karena kurangnya pengetahuan maupun keterampilan dari sumber daya manusia yang digunakan. *Waste* ini tentunya berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan maupun proses produksi yang dilakukan. Salah satu contoh dampak dari *waste* ini ialah timbulnya cacat pada produk yang dihasilkan serta lamanya waktu produksi yang dibutuhkan karena sumber daya manusia yang digunakan kurang terampil. Jenis pemborosan ini juga dapat timbul karena tidak digunakannya pengetahuan, keterampilan dan kemampuan sumber daya manusia yang terlibat pada proses produksi secara optimal.

6. *Transportation (T)*

Jenis pemborosan ini meliputi pemindahan material yang terlalu berlebih dan tidak memberikan nilai tambah terhadap produk sehingga menyebabkan lamanya *lead time* produksi yang dibutuhkan. Penyebab utama dari timbulnya pergerakan yang berlebih ini ialah tata letak atau *layout* fasilitas produksi yang kurang optimal. Penyebab lain yang dapat menyebabkan timbulnya pergerakan yang berlebihan ialah adanya proses *handling* yang tidak diperlukan pada proses produksi.

7. *Inventory (I)*

Pemborosan ini meliputi persediaan berlebih yang ada pada *warehouse* maupun area kerja. Jenis pemborosan ini timbul karena adanya *Overproduction* pada suatu fasilitas produksi. *Inventory* dapat berupa produk jadi yang disimpan pada *warehouse*, bahan baku yang berlebih maupun produk WIP. Salah satu penanggulangan *waste* ini ialah dengan menerapkan konsep *Just-in-Time (JIT)* pada suatu perusahaan, yaitu memproduksi dengan jumlah yang tepat dan pada waktu yang tepat.

8. *Motion (M)*

Jenis pemborosan ini terjadi karena berlebihnya gerakan yang dilakukan dari yang seharusnya sepanjang proses *value stream*. Pergerakan merupakan *waste* karena perpindahan material atau pekerja tidak memberikan nilai tambah

terhadap produk yang dihasilkan. Timbulnya pemborosan ini disebabkan oleh *layout* fasilitas yang kurang optimal, tidak adanya standar kerja pada proses produksi, rendahnya keterampilan pekerja, dan lain-lain.

9. *Excess Processing* (E)

Jenis pemborosan ini terjadi karena adanya langkah ataupun proses produksi yang tidak dibutuhkan sepanjang proses *value stream*. Pemborosan ini meliputi proses atau prosedur yang tidak dibutuhkan dan tidak memberikan nilai tambah pada produk. Salah satu pemborosan *Excess Processing* ialah dilakukannya pemindahan material secara berulang.

2.2.3 3 Tipe Aktivitas

Salah satu proses penting dalam pendekatan *lean* ialah identifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah maupun yang tidak memberikan nilai tambah pada produk. Tipe aktivitas tersebut dapat dibedakan menjadi 3, yaitu (Hines and Taylor, 2000 ):

1. *Value added activity* (VA)

Aktivitas ini merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah pada produk yang dihasilkan. Aktivitas ini meliputi segala jenis aktivitas yang menyebabkan peningkatan nilai jual dari produk atau jasa yang dihasilkan sehingga mampu memberikan kepuasan terhadap pelanggan.

2. *Non-value added activity* (NVA)

Aktivitas ini merupakan segala jenis aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk ataupun jasa yang dihasilkan dan diterima oleh konsumen. Jenis kegiatan ini merupakan *waste* yang timbul pada suatu proses bisnis perusahaan dan harus diminimalisir ataupun dihilangkan.

3. *Necessary but non-value added Activity* (NNVA)

Aktivitas ini merupakan semua aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi suatu produk atau jasa yang dihasilkan namun aktivitas ini dibutuhkan dalam suatu proses produksi. Contoh aktivitas ini ialah inspeksi pada produk, serta perpindahan material ataupun pekerja.

### 2.3 SIPOC Diagram

*SIPOC Diagram (Supplier, Input, Process, Output, Costumer)* digunakan untuk menunjukkan proses maupun sub proses pada suatu proses bisnis. *SIPOC Diagram* juga menyajikan kerangka kerja proses yang dilakukan oleh *Supplier, Input, Process, Output*, dan *Costumer* yang terlibat (Gambar 2.3). *Diagram* ini dapat digunakan untuk mendefinisikan proses utama beserta elemen yang terlibat dalam suatu proses yang akan dievaluasi (Basu, 2009). Model *SIPOC* merupakan model yang paling umum digunakan dalam upaya peningkatan performansi suatu proses atau sistem. *SIPOC* merupakan akronim dari lima elemen utama dalam sistem kualitas yaitu :

1. *Supplier*

*Supplier* merupakan pelaku yang terlibat dalam proses yang dilakukan yang berperan sebagai pemberi informasi kunci, material atau sumber daya lain kepada proses. Apabila suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sebelumnya merupakan *supplier* bagi sub proses setelah sub proses tersebut. *Supplier* ini biasa disebut dengan *internal supplier*.

2. *Input*

Merupakan sumber daya berupa informasi, material atau *resource* lain yang diberikan oleh *supplier* kepada proses.

3. *Process*

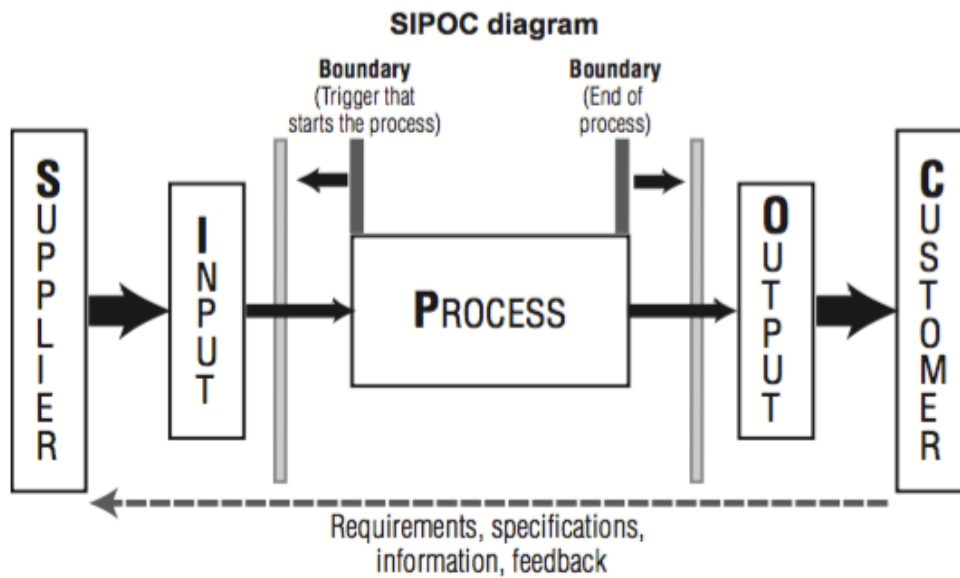
Sekumpulan langkah yang merubah atau mentransformasikan *input* dengan memberikan nilai tambah. Suatu proses biasanya terdiri dari beberapa sub proses.

4. *Output*

Merupakan produk berupa barang atau jasa yang dihasilkan oleh suatu proses yang merupakan hasil transformasi dari *input* yang diberikan oleh *supplier*. Dalam industri manufaktur, *output* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi.

5. *Costumer*

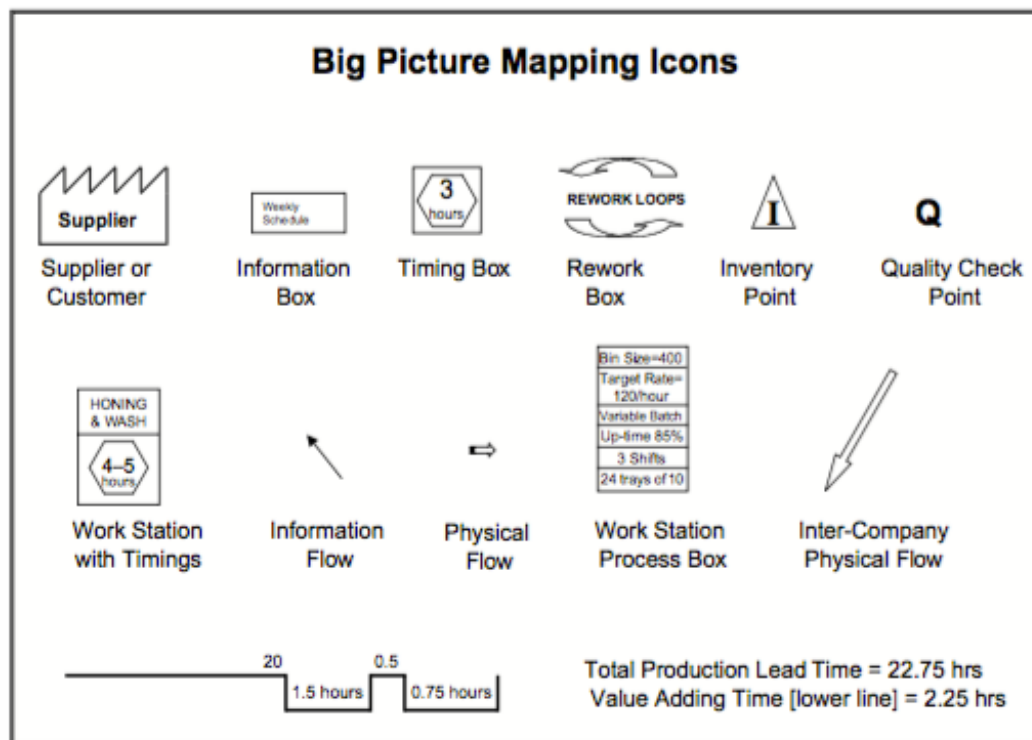
Merupakan penerima *output* yang diberikan oleh proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sesudahnya dapat dianggap sebagai *internal costumer*.



**Gambar 2. 3 SIPOC Diagram (George, 2010)**

## 2.4 *Big Picture Mapping*

*Big Picture Mapping* merupakan *tool* yang digunakan untuk menggambarkan keadaan sistem secara keseluruhan beserta *value stream* yang terjadi di dalamnya. *Big Picture Mapping* juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi apabila pada suatu proses terjadi pembororsan, serta mengetahui keterkaitan antara aliran informasi dan aliran material yang ada (Hines and Taylor, 2000 ). Dalam pengaplikasiannya, terdapat beberapa simbol yang digunakan pada *Big Picture Mapping* (Gambar 2.4).



Gambar 2. 4 Simbol *Big Picture Mapping* (Hines and Taylor, 2000 )

Untuk melakukan pemetaan terhadap aliran informasi ataupun material yang terjadi pada suatu proses, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan. Tahapan tersebut antara lain :

- Tahap 1

Mengidentifikasi jenis dan jumlah produk yang diinginkan oleh *costumer*, waktu munculnya kebutuhan akan produk, kapasitas dan frekuensi pengiriman serta jumlah persediaan yang disimpan untuk memenuhi kebutuhan *costumer*. Pada tahap ini dilakukannya identifikasi mengenai jenis ataupun varian produk, kuantitas serta waktu yang diharapkan sampai produk diterima oleh pasar. Dilakukan pula identifikasi berupa kapasitas serta jumlah produk jadi yang dimiliki oleh perusahaan dalam memenuhi permintaan pasar.

- Tahap 2

Menggambarkan aliran informasi dari *costumer* menuju *supplier* berupa perencanaan pengadaan, jumlah bahan baku yang dibutuhkan, dan lain-lain. Pada tahap ini dilakukan identifikasi berupa rancangan strategis maupun rencana yang

akan dilakukan oleh perusahaan khususnya dalam persediaan bahan baku maupun *resource* lain yang dibutuhkan dalam memenuhi permintaan pasar yang muncul.

- Tahap 3

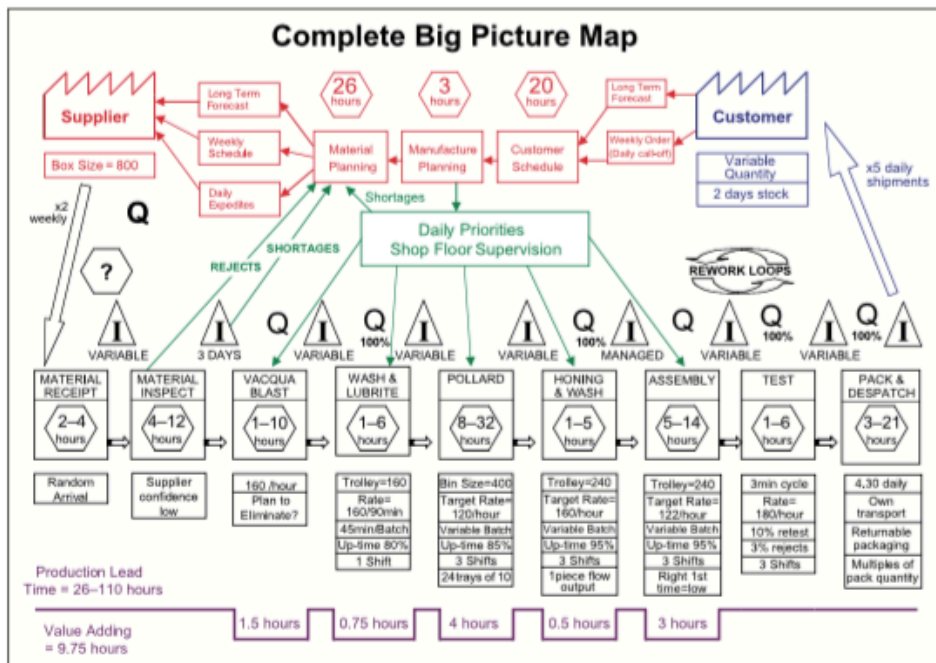
Menggambarkan aliran fisik maupun informasi yang berhubungan dengan proses seperti aliran material, produk, waktu proses, dan lain-lain. Pada tahap ini dilakukan identifikasi yang terfokus pada rantai produksi seperti aliran bahan baku, aliran produk setengah jadi maupun aliran produk jadi. Dilakukan pula identifikasi variabel dari rantai produksi yang turut mempengaruhi sistem pemenuhan permintaan yang dijalankan, seperti waktu proses yang dilakukan oleh masing-masing stasiun kerja yang ada.

- Tahap 4

Menghubungkan aliran informasi dan fisik dengan anak panah yang berisi informasi jadwal yang digunakan, instruksi pengiriman, serta kapan dan dimana aliran fisik terjadi pada suatu proses. Pada tahap ini dilakukan perngintegrasian antara aliran fisik dan aliran informasi yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya.

- Tahap 5

Melengkapi peta atau gambar aliran informasi dan fisik dengan menambahkan *lead time*, *manufacturing lead time* dan *value added*. Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai variabel yang turut mempengaruhi proses pemenuhan permintaan oleh pasar, mulai dari waktu produksi, waktu operasi, waktu siklus sampai dengan nilai tambah apa yang dilakukan terhadap bahan baku dan produk setengah jadi.



Gambar 2. 5 Tahap 5 Big Picture Mapping (Hines and Taylor, 2000 )

## 2.5 Flow Process Chart

Menurut Hines dan Taylor (2000) pada bukunya yang berjudul “*Going Lean*”, *Flow Process Chart* merupakan suatu peta kerja yang menggambarkan semua aktivitas, baik produktif maupun tidak produktif yang terlibat dalam suatu proses produksi maupun proses kerja. *Flow Process Chart* mampu menggambarkan aktivitas-aktivitas yang tidak produktif seperti perpindahan (*transportation*), dan penyimpanan (*storage*). Dengan kata lain, *Flow Process Chart* adalah suatu diagram yang menunjukkan urutan-urutan dari operasi (*operation*), pemeriksaan (*inspection*), transportasi (*transportation*), dan penyimpanan (*storage*) yang terjadi selama satu proses. Dalam Peta Aliran Proses terdapat informasi-informasi yang diperlukan sebagai dasar identifikasi kondisi proses kerja atau proses produksi. Informasi yang dapat diperoleh ialah waktu yang dibutuhkan dalam satu proses maupun jarak perpindahan dalam suatu proses. Adapun beberapa simbol yang digunakan pada proses pembuatan *Flow Process Chart* dengan arti serta salah satu contoh *Flow Process Chart*.



1. • : *Operation*

Aktivitas berupa proses sedang dilakukan pada suatu produk untuk memberikan nilai tambah menurut sudut pandang *costumer* baik *end costumer* maupun *internal costumer* yang ada pada rangkaian proses kerja atau proses produksi.

2. ➔ : *Transportation*

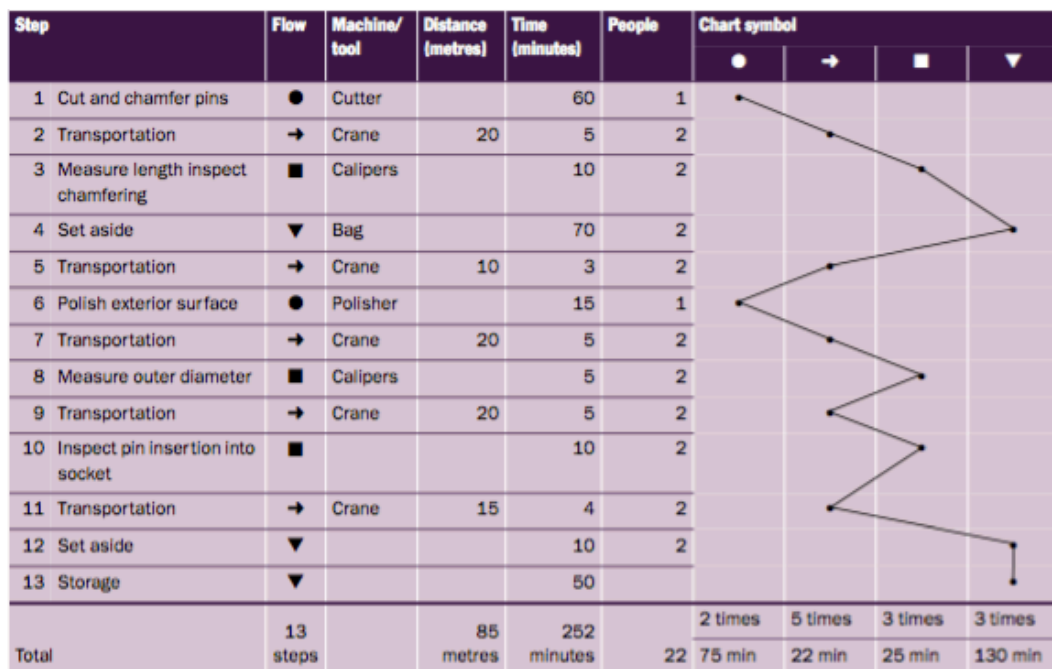
Aktivitas berupa pemindahan material, produk setengah jadi, maupun produk jadi yang dilakukan baik antar stasiun maupun di dalam satu stasiun kerja.

3. ■ : *Inspection*

Aktivitas berupa pemeriksaan terhadap kualitas maupun spesifikasi dari produk yang dihasilkan dengan acuan kebutuhan dari *costumer* baik *internal* maupun *end costumer*.

4. ▼ : *Storage*

Aktivitas berupa penyimpanan bahan baku, produk jadi pada lantai produksi maupun produk jadi pada gudang.



Gambar 2. 6 Flow Process Chart (Hines & Taylor, 2000)

## 2.6 *Process Activity Mapping*

*Process Activity Mapping* pada dasarnya digunakan untuk mendapatkan gambaran seluruh aktivitas suatu proses dan berusaha untuk mengurangi aktivitas yang tidak diperlukan ataupun menyederhanakan aliran dari aktivitas dalam suatu proses (Hines and Taylor, 2000 ). Dalam *Process Activity Mapping* aktivitas dibagi kedalam beberapa kategori, yaitu :

### 1. *Operation*

*Operation* merupakan tahapan yang harus dilakukan karena memberikan nilai tambah pada produk yang ada dalam proses.

### 2. *Transport*

*Transport* merupakan pergerakan yang ada pada suatu proses. *Transport* lebih baik dihindari atau diminimalisir karena tidak memberikan nilai tambah pada produk.

### 3. *Inspection*

*Inspection* merupakan aktivitas pemeriksaan baik kualitas maupun kuantitas dari produk ataupun informasi yang ada.

### 4. *Storage (Delay)*

*Storage* merupakan aktivitas dimana suatu produk atau informasi tidak melakukan pergerakan apapun pada *value stream*, dengan kata lain produk atau informasi menunggu sampai dibutuhkan.

## 2.6 *BORDA Voting Method*

*BORDA Voting Method* pertama diperkenalkan pada abad 18 oleh Jean-Charles de Borda. Metode ini merupakan salah satu metode pemilihan satu atau lebih alternatif. *BORDA Voting Method* menentukan pemilihan alternatif dengan memberikan masing-masing alternatif pilihan peringkat berdasarkan preferensi. Pemberian peringkat dilakukan pada  $n$  kandidat dengan poin sebesar  $n-1, n-1, \dots$ , dan 0 untuk peringkat 1, 2, hingga peringkat terakhir. Metode ini mampu menentukan hasil peringkat dari kandidat alternative yang telah ditentukan dengan meminimalisir jumlah *variansi* pada masing-masing kriteria (Lansdowne and Woodward, 1996). Perhitungan *BODRA Voting Method* menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$b_i = \sum_k (N - r_{ik}) \quad (2.1)$$

Dimana :

$b_i$  = Nilai *BORDA*

$N$  = Jumlah kandidat alternatif

$r_{ik}$  = peringkat alternatif  $i$  berdasarkan kriteria  $k$

## 2.7 Root Cause Analysis (RCA)

*Root Cause Analysis* merupakan *tool* yang mampu mendefinisikan kejadian apa yang menyebabkan terjadinya suatu permasalahan yang tidak diinginkan atau tidak diharapkan. Struktur dari RCA akan menjelaskan bagaimana permasalahan tidak diinginkan disebabkan oleh kegagalan pada tingkatan tertentu dan menghasilkan *domino effect*. RCA adalah sebuah metode yang dapat menjelaskan permasalahan apa yang terjadi, bagaimana permasalahan tersebut terjadi serta mengapa permasalahan tersebut terjadi.

RCA memiliki beberapa karakteristik penting pada penggunaannya. Karakteristik tersebut antara lain ialah mampu menunjukkan saling ketergantungan antar penyebab, adanya hubungan antar faktor, serta mampu menggambarkan akar penyebab dari permasalahan yang timbul (Doggett, 2005). Terdapat beberapa *tools* yang pada umumnya digunakan untuk menyelesaikan permasalahan menggunakan RCA, *tools* tersebut antara lain ialah *Cause and Effect Diagram (CED)*, *Interrelationship Diagram (ID)*, *Curent Reality Tree (CRT)*, dan *5 Why's*.

*5 Why's* merupakan teknik penentuan akar penyebab masalah yang dikembangkan oleh Sakichi Toyota yang kemudian diterapkan pada *Toyota Motor Corporation* pada tahun 1970. Metode *5 Why's* merupakan metode tanya jawab sederhana untuk mengetahui hubungan sebab akibat yang menjadi akar dari suatu permasalahan. Penyebab permasalahan yang ada memiliki beberapa tingkatan (Wedgwood, 2006), antara lain :

- *1<sup>st</sup> Why* : *Symptom*
- *2<sup>nd</sup> Why* : *Excuse*

- 3<sup>rd</sup> Why : *Blame*
- 4<sup>th</sup> Why : *Cause*
- 5<sup>th</sup> Why : *Root Cause*

## 2.8 Analisa Risiko

Menurut *The Internal Auditors* pada *paper* berjudul “*The Role of Internal Auditing in Enterprise- Wide Risk Management*” mendefinisikan risiko sebagai kemungkinan suatu peristiwa atau kejadian, atau akibat yang mungkin memberikan dampak terhadap organisasi atau aktivitas. Dampak atas risiko tersebut senantiasa mengarah pada suatu kerugian atau hal-hal buruk yang tidak diinginkan oleh perusahaan, yang pada akhirnya dampak tersebut akan berimbas pada terganggunya pencapaian tujuan perusahaan. Risiko yang terjadi dapat diukur dan ditinjau melalui dua elemen yang ada di dalamnya, yaitu *likelihood* dan *consequences*. *Likelihood* merupakan probabilitas dan frekuensi terjadinya kejadian atau peristiwa. Sedangkan *consequences* merupakan dampak atau akibat yang ditimbulkan oleh suatu kejadian atau peristiwa.

Risiko yang timbul dari suatu kejadian dapat diukur dan dianalisa secara sistematis melalui tahapan identifikasi dan evaluasi dengan mempertimbangkan frekuensi kejadian dan dampak dari risiko itu (Anityasari and Wessiani, 2011). Penentuan prioritas penanganan risiko dapat ditentukan secara matematis dengan mempertimbangkan peluang (*likelihood*) serta dampak (*consequences*) dari risiko yang ada. Penentuan prioritas dari risiko juga mempertimbangkan jenis kriteria yang ada pada *likelihood* maupun *consequences* dari risiko. Kriteria *likelihood* yang digunakan ialah sebagai berikut.

**Tabel 2. 1 Kriteria *Likelihood* Analisa Risiko**

<i>Consequence</i>	<i>Description</i>	<i>Value</i>
<i>Insignificant</i>	<i>Low financial lost, no injuries</i>	1
<i>Minor</i>	<i>First aid treatment, medium financial lost</i>	2
<i>Moderate</i>	<i>Medical treatment required, high financial lost</i>	3
<i>Major</i>	<i>Extensive injuries, lost of production capability, major financial lost</i>	4
<i>Catastropic</i>	<i>Death, huge financial lost</i>	5

Sumber : (Anityasari and Wessiani, 2011)

Adapun kriteria *consequences* yang digunakan dalam melakukan pengukuran dan analisa risiko ialah sebagai berikut.

**Tabel 2. 2 Kriteria *Consequence* Analisa Risiko**

<i>Likelihood</i>	<i>Possibility of Occurrence</i>	<i>Value</i>
<i>Rare</i>	<i>Possibility of occurrence less than 5%</i>	1
<i>Unlikely</i>	<i>Possibility of occurrence between 5% - 25%</i>	2
<i>Possible</i>	<i>Possibility of occurrence between 25% - 50%</i>	3
<i>Likely</i>	<i>Possibility of occurrence between 50% - 75%</i>	4
<i>Almos Certain</i>	<i>Possibility of occurrence more than 75%</i>	5

Sumber : (Anityasari and Wessiani, 2011)

Dengan mempertimbangkan kedua elemen risiko tersebut, tingkat risiko dari suatu kejadian dapat diukur dan dianalisa. Tingkat risiko yang digunakan terbagi menjadi beberapa kriteria. Kriteria tingkat risiko tersebut ialah sebagai berikut.

**Tabel 2. 3 Kriteria *Risk Rating* Analisa Risiko**

<i>Risk Rating</i>	<i>Action Required</i>
<i>Extreme Risk (E)</i>	<i>Immidiata action required</i>
<i>High Risk (H)</i>	<i>Senior management attention needed</i>
<i>Moderate Risk (M)</i>	<i>Management responsibility must be specified</i>
<i>Low Risk (L)</i>	<i>Manage by routine procedures</i>

Sumber : (Anityasari and Wessiani, 2011)

Nilai tingkat risiko didapatkan melalui perhitungan menggunakan tabel perhitungan *risk score* (Tabel 2.4). Nilai dari *likelihood* dan *consequences* didapatkan berdasarkan penilaian ahli yang bergerak pada bidang risiko terkait maupun *stakeholder* perusahaan.

**Tabel 2. 4 Tabel Perhitungan *Risk Score* Analisa Risiko**

<i>Risk Code</i>	<i>Desc.</i>	<i>Likelihood</i>	<i>Likelihood score (L)</i>	<i>Consequence</i>	<i>Consequence Score (C)</i>	<i>Risk Score (L*C)</i>	<i>Risk Rating</i>
<i>R1</i>							
<i>R2</i>							
<i>Rn</i>							

Sumber : (Anityasari and Wessiani, 2011)

Nilai *Risk Score* didapatkan melalui perkalian antara nilai *likelihood* dengan nilai *Consequence*. Penilaian tingkat risiko yang didapatkan dapat digunakan sebagai dasar penyusunan peta risiko sebagaimana terdapat pada Gambar 2.6 dibawah ini.

		Consequence				
		Trivial	Minor	Moderate	Major	Severe
Likelihood	Almost certain	L	H	H	E	E
	Likely	L	M	H	H	E
	Possible	L	M	M	H	E
	Unlikely	L	M	M	H	H
	Rare	L	L	M	M	H

**Gambar 2. 7 Peta Risiko (Anityasari and Wessiani, 2011)**

## 2.9 Penelitian Terdahulu

Pada Pupuk Kaltim telah dilakukan beberapa penelitian tugas akhir terkait reduksi *waste* yang terjadi pada proses bisnisnya. Penelitian tugas akhir terdahulu ini memiliki tujuan untuk memperbaiki kualitas proses maupun meningkatkan performansi proses yang dilakukan serta memperbaiki ataupun meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Adapun daftar penelitian tugas akhir tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.5.

**Tabel 2. 5 Daftar Penelitian Terdahulu pada Pupuk Kaltim**

No.	Judul Tugas Akhir	Penulis	Tahun	Tools													
				<i>Lean Manufacturing</i>	<i>Value Stream Mapping</i>	<i>Six Sigma</i>	<i>Faliure Mode and Effect Analysis</i>	<i>Seven Tools</i>	<i>Supply Chain Response Matrix</i>	<i>Process Activity Mapping</i>	<i>Big Picture Mapping</i>	<i>Root Cause Analysis</i>	<i>Value Management</i>	<i>SIPOC Diagram</i>	<i>Activity Classification</i>	<i>Risk Analysis</i>	<i>Net Present Value</i>
1	Peningkatan Kualitas Pupuk NPK Pelangi PT. Pupuk Kaltim dengan Mereduksi <i>Waste</i> guna Mereduksi Biaya Produksi dengan Metode <i>Lean Six Sigma</i>	Rakha Abiyan	2003	v		v	v				v	v	v				

**Tabel 2. 5 Daftar Penelitian Terdahulu pada Pupuk Kaltim (lanjutan)**

No.	Judul Tugas Akhir	Penulis	Tahun	Tools													
				Lean Manufacturing	Value Stream Mapping	Six Sigma	Failure Mode and Effect Analysis	Seven Tools	Supply Chain Response Matrix	Process Activity Mapping	Big Picture Mapping	Root Cause Analysis	Value Management	SIPOC Diagram	Activity Classification	Risk Analysis	Net Present Value
2	Aplikasi <i>Failure and Effect Analisis</i> guna Mereduksi Timbulnya Produk Cacat Pupuk ZA pada Unit Produksi Pabrik-2	Vinny Alif	2007				v	v									
3	Pendekatan Metode <i>Lean</i> Guna Mereduksi Pemborosan pada Proses Produksi Ammonia Cair Pabrik-2	Fikri Brilliantomo	2011	v	v				v	v	v	v					
4	Perbaikan Proses Produksi Menggunakan Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> (Studi Kasus : Unit Produksi Urea Pabrik-4 PT Pupuk Kaltim)	Yudha Setya Kusuma	2017	v							v	v		v	v	v	



## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi mengenai alur penelitian yang dilakukan sehingga penelitian dapat dilaksanakan secara sistematis dan terstruktur.

#### **3.1 Tahap Pendahuluan**

Bagian ini menjelaskan mengenai studi literatur, studi lapangan, identifikasi permasalahan, perumusan masalah, serta penentuan tujuan dari penelitian tugas akhir yang dilakukan oleh penulis.

##### *3.1.1 Studi Lapangan*

Pada tahap awal, dilakukan observasi serta studi lapangan untuk mengetahui kondisi eksisting serta permasalahan yang ada pada sistem produksi Urea Pabrik-4 Pupuk Kaltim. Informasi yang didapatkan pada tahapan ini diperoleh melalui observasi dan wawancara dengan pihak perusahaan.

##### *3.1.2 Studi Literatur*

Studi Literatur dilakukan untuk mendapatkan sumber maupun referensi terkait landasan teori yang dapat membantu penulis dalam menyelesaikan permasalahan dan menentukan alternatif perbaikan yang dianggap paling tepat.

##### *3.1.3 Identifikasi Permasalahan*

Berdasarkan hasil studi lapangan dan pustaka yang telah dilakukan, penulis kemudian dapat mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada sistem produksi Urea Pabrik-4 Pupuk Kaltim berupa timbulnya produk *defect* yang merupakan *waste* dan menimbulkan adanya *rework*, jam lembur serta tidak tercapainya target produksi yang telah ditentukan. Identifikasi permasalahan dilakukan melalui observasi awal pada kondisi eksisting serta proses wawancara dengan pihak perusahaan.

##### *3.1.4 Perumusan Masalah*

Berdasarkan hasil observasi awal serta identifikasi masalah yang telah dilakukan, maka permasalahan yang diangkat dan akan diselesaikan ialah

bagaimana memperbaiki sistem produksi Urea Pabrik-4 menggunakan pendekatan *lean manufacturing*.

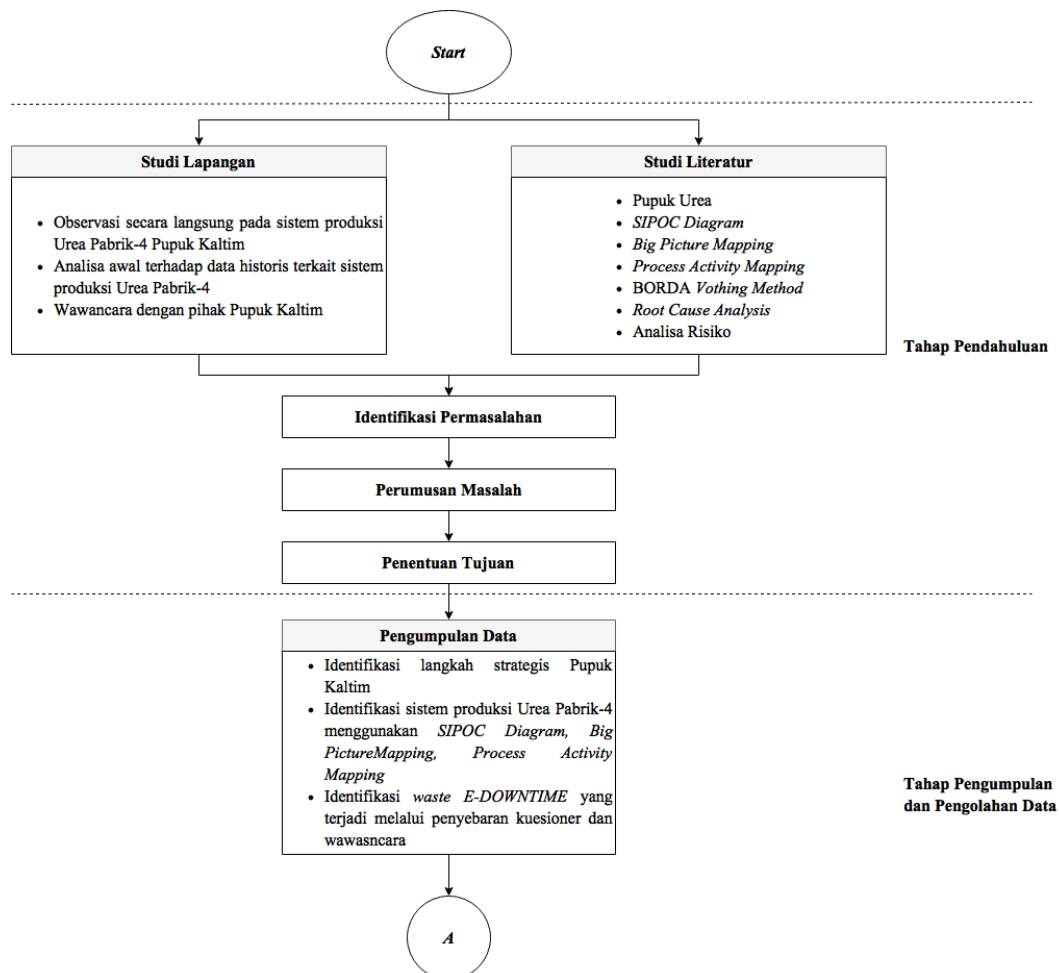
#### 3.1.5 Penentuan Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini ialah mengidentifikasi *waste* kritis yang timbul pada sistem produksi Urea Pabrik-4, mengevaluasi penyebab timbulnya *waste* kritis tersebut serta memberikan rekomendasi alternatif perbaikan pada sistem produksi Urea Pabrik-4 Pupuk Kaltim.

### 3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap pengumpulan data diawali dengan dilakukannya identifikasi mengenai strategi Pupuk Kaltim dalam menghadapi fenomena persaingan pada harga jual produk. Selanjutnya, dilakukan kembali observasi dan identifikasi pada sistem produksi Urea Pabrik-4 menggunakan *SIPOC Diagram*, *Big Picture Mapping*, *Flow Process Chart*, *Process Activity Mapping* untuk mengetahui kondisi eksisting dan permasalahan yang terjadi pada sistem produksi Urea Pabrik-4. *SIPOC Diagram* digunakan untuk memetakan dan menjelaskan peran dan spesifikasi yang harus dipenuhi mulai dari *supplier*, *input*, *process*, *output* sampai dengan *costumer* pada kondisi eksisting sistem produksi Urea Pabrik-4. *Big Picture Mapping* digunakan untuk mengetahui gambaran aliran informasi maupun aliran fisik yang terjadi pada kondisi eksisting sistem produksi Urea Pabrik-4. *Flow Process Chart* digunakan untuk mengetahui aliran material serta aktivitas yang dilakukan pada tiap proses yang ada. Informasi yang didapatkan kemudian diolah menggunakan *Process Activity Mapping* dengan mengklasifikasikan sub proses produksi ke dalam kategori *Value Added Activity* (VA), *Necessary but Non Value Added Activity* (NNVA), dan *Non Value Added* (NVA). Selain daripada itu, dilakukan pula identifikasi *waste* berdasarkan *E-DOWNTIME* melalui penyebaran kuesioner pada pihak Pupuk Kaltim. Kuesioner ditujukan kepada empat orang yang dianggap *expert* dan berpengalaman pada bidang proses produksi pupuk Urea Pabrik-4, yaitu Manager Pabrik-4, Kepala Bagian unit produksi Urea Pabrik-4, wakil Kepala Bagian unit Urea Pabrik-4 dan kepala sesi Urea Pabrik-4 dengan pengalaman kerja 8 sampai 10 tahun. Responden diminta untuk menggambarkan pemborosan atau *waste* yang terjadi

pada kondisi eksisting proses produksi Urea unit Pabrik-4. Data yang didapatkan kemudian diolah menggunakan *BORDA Voting Method* untuk mengetahui *waste* kritis yang terjadi pada sistem produksi Urea Pabrik-4.



**Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian**

### 3.3 Tahap Analisis dan Interpretasi

Tahap analisis dan interpretasi diawali dengan dilakukannya analisa terhadap *waste* kritis yang didapatkan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA). Analisa menggunakan RCA dilakukan untuk mengetahui akar penyebab permasalahan yang memiliki dampak timbulnya *waste* kritis pada sistem produksi Urea Pabrik-4. Akar penyebab permasalahan yang didapat kemudian digunakan sebagai *input* pada perhitungan analisa risiko yang mempertimbangkan dua variabel yaitu peluang terjadinya *waste* kritis (*likelihood*) serta konsekuensi

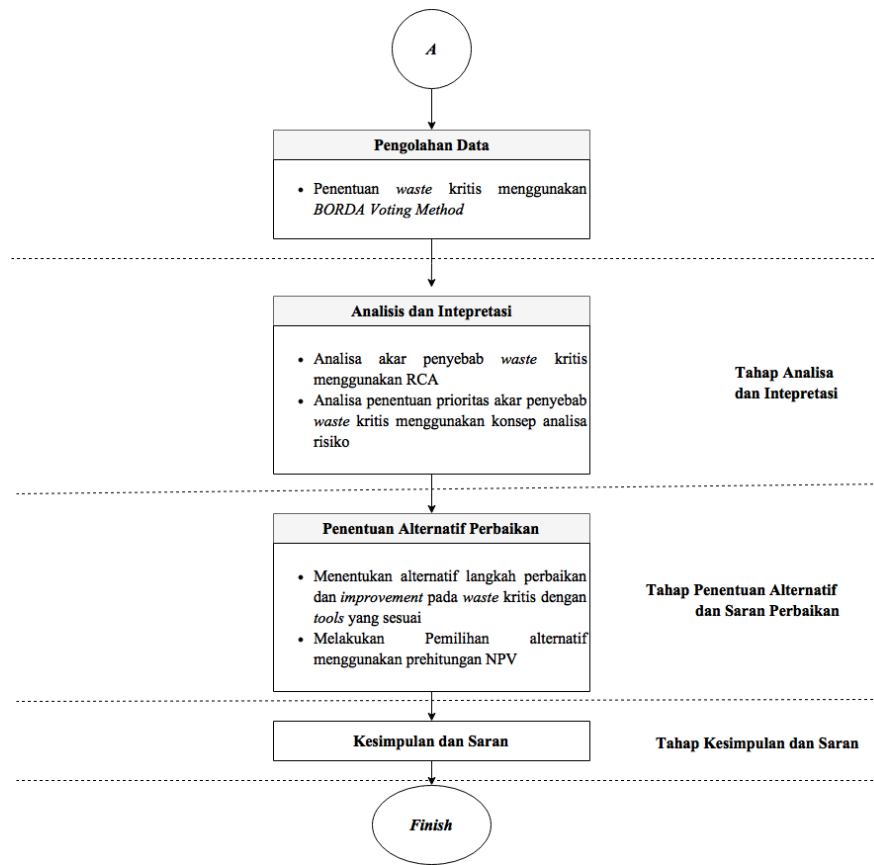
(*consequence*) dari *waste* kritis untuk mendapatkan prioritas sumber penyebab *waste* kritis. Dalam menentukan nilai dari kedua variabel yang digunakan dalam penentuan prioritas penanganan *waste* kritis dilakukan penyebaran kuesioner. Kuesioner penentuan prioritas *waste* kritis ditujukan untuk satu orang responden yang memiliki jabatan strategis pada proses produksi Urea unit Pabrik-4, yaitu Kepala Bagian unit produksi Urea Pabrik-4 dengan pengalaman bekerja 8 tahun. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai prioritas dengan mempertimbangkan urgensi penanganan masalah yang ingin dilakukan oleh Pupuk Kaltim. Akar sumber *waste* kritis dengan nilai risiko tertinggi kemudian dijadikan prioritas dalam penentuan alternatif perbaikan.

### **3.4 Tahap Penentuan Alternatif dan Saran Perbaikan**

Pada tahap ini dilakukan penentuan alternatif perbaikan yang bertujuan untuk meminimalisir dan mengeliminasi *waste* yang timbul pada sistem produksi Urea Pabrik-4. Penentuan alternatif perbaikan dilakukan pada akar penyebab *waste* kritis yang didapatkan melalui tahap-tahap yang telah dilakukan sebelumnya. Penentuan alternatif perbaikan akan dirancang secara teknis dan dipilih berdasarkan hasil analisis biaya menggunakan analisa penghematan yang dapat dilakukan. Merujuk pada langkah strategis yang telah ditetapkan oleh perusahaan yakni menekan nilai HPP menjadi serendah mungkin, maka pertimbangan faktor biaya dari alternatif perlu untuk dilakukan.

### **3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran**

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian tugas akhir yang dilakukan. Penulis juga memberikan saran untuk perusahaan serta penelitian selanjutnya agar dapat dikembangkan dengan lebih baik.



**Gambar 3.2 Flowchart Penelitian (lanjutan)**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bagian ini berisi mengenai kondisi eksisting pada proses produksi Urea yang ada di unit produksi Pabrik-4 Pupuk Kaltim. Akan ditunjukkan data yang telah dikumpulkan berupa *SIPOC Diagram*, *Big Picture Mapping*, *Activity Classification* serta hasil pengisian kuesioner oleh responden yang digunakan untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi serta *waste* kritis yang diolah menggunakan *BORDA Voting Method*.

#### **4.1 Gambaran Umum Perusahaan**

Subbab ini berisi mengenai gambaran perusahaan yang menjadi objek penelitian. Gambaran umum yang akan dipaparkan berupa sejarah perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi perusahaan, dan gambaran umum mengenai unit produksi Urea Pabrik-4.

##### *4.1.1 Sejarah Perusahaan*

PT. Pupuk Kalimantan Timur resmi berdiri pada tanggal 7 Desember 1977 yang diawali oleh sebuah proyek lepas pantai oleh Pertamina. Pupuk Kaltim merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak pada sektor produksi pupuk untuk kebutuhan nasional maupun internasional. Awal mulanya, Pupuk Kaltim merupakan sebuah proyek pupuk dengan fasilitas pabrik pupuk terapung atau pabrik di atas kapal. Proyek ini kemudian dialihkan ke darat dengan mempertimbangkan beberapa faktor teknik sesuai Keppres No. 43 Tahun 1975. Pengelolaan dari fasilitas produksi Pupuk Kaltim pula diserahkan dari Pertamina menuju Departemen Perindustrian Indonesia melalui Keppres 39 Tahun 1976. Dengan dipindahkannya fasilitas produksi pupuk terapung menuju darat, maka ditandatanganinya pula kontrak pembangunan Pabrik-1 pada tanggal 8 Januari 1977. Karena adanya alasan keuangan dari pihak Negara, pembangunan Pabrik-1 dimulai pada tahun 1979. Sebelum diselesaikannya proyek pembangunan Pabrik-1, Departemen Perindustrian Indonesia telah menandatangani pembangunan Pabrik-2 pada tanggal 23 Maret 1982. Kedua fasilitas produksi

tersebut kemudian diresmikan secara bersamaan pada tanggal 28 Oktober 1984. Pabrik-3 dibangun dua tahun setelah peresmian Kaltim-1 dan Kaltim-2 dan diresmikan pada tanggal 4 April 1989. Pada tanggal 20 November 1996, dibangun pabrik urea unit IV yang disebut dengan Proyek Optimalisasi Kaltim (POPKA). Dibangunnya POPKA memiliki tujuan untuk meningkatkan kapasitas produksi dari Urea seiring dengan peningkatan permintaan yang tinggi oleh pasar pada waktu itu. Selain daripada itu, POPKA juga bertujuan untuk memanfaatkan produksi Ammonia berlebih yang dilakukan oleh unit produksi lain untuk kemudian dijadikan Urea *granule*.

Sampai akhir tahun 2016, Pupuk Kaltim telah mengoperasikan sebanyak 6 fasilitas produksi dengan unit produksi sebanyak 10 unit untuk memenuhi permintaan baik dari dalam maupun luar negeri dan mampu menghasilkan 5 jenis pupuk yang terbagi menjadi dua jenis yaitu jenis pupuk subsidi yang terdiri dari pupuk ZA (Urea) dan Pupuk NPK Pelangi serta pupuk non-subsidi yang terdiri dari pupuk Urea, Pupuk NPK Fusion dan Ammonia *Liquid*. Kapasitas produksi yang dimiliki oleh Pupuk Kaltim mencapai 2,76 juta ton pertahun untuk Ammonia, 3,43 juta ton pertahun untuk urea dan 350 ribu ton pertahun untuk NPK.

#### 4.1.2 *Visi dan Misi Perusahaan*

Pupuk Kaltim memiliki visi, yaitu "Menjadi Perusahaan di bidang industri pupuk, kimia dan agribisnis kelas dunia yang tumbuh dan berkelanjutan". Demi mencapai visi tersebut, Pupuk Kaltim membentuk beberapa misi sebagai langkah strategis yang harus dilakukan oleh perusahaan. Misi dari Pupuk Kaltim ialah sebagai berikut.

1. Menjalankan bisnis produk-produk pupuk, kimia serta portofolio investasi dibidang kimia, agro, energi, trading dan jasa pelayanan pabrik yang bersaing tinggi.
2. Mengoptimalkan nilai perusahaan melalui bisnis inti dan pengembangan bisnis baru yang dapat meningkatkan pendapatan dan menunjang Program Kedaulatan Pangan Nasional.
3. Mengoptimalkan utilisasi sumber daya di lingkungan sekitar maupun pasar global yang didukung oleh SDM yang berwawasan internasional



dengan menerapkan teknologi terdepan.

4. Memberikan manfaat yang optimum bagi pemegang saham, karyawan dan masyarakat serta peduli pada lingkungan.

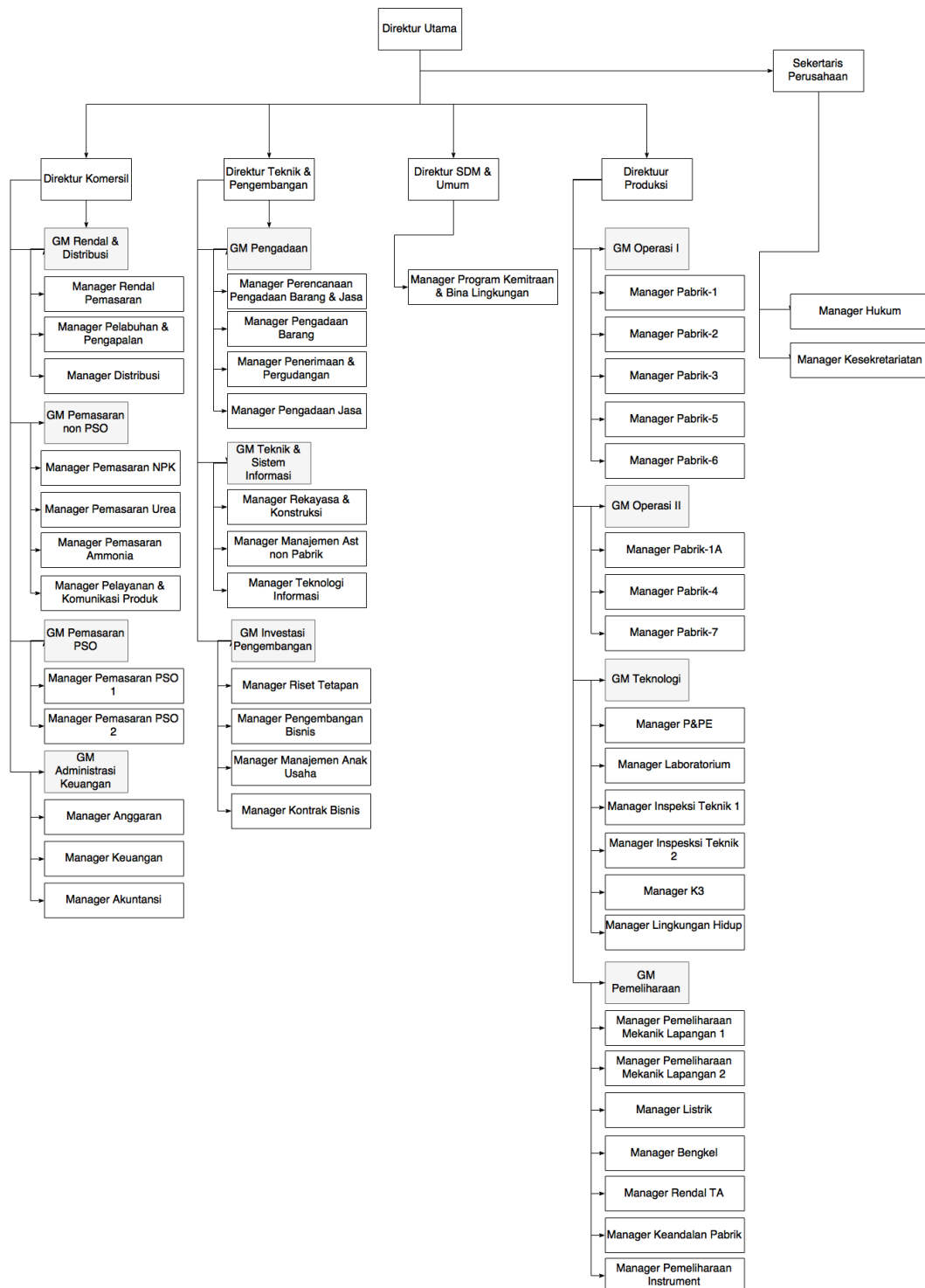
Dalam melakukan pencapaian visi dan misi, Pupuk Kaltim membangun budaya perusahaan yang secara terus menerus disosialisasikan kepada baik pihak manajemen maupun pegawainya. Budaya kerja tersebut antara lain.

1. *Achievement Oriented* (A), yaitu insan Pupuk Kaltim tangguh dan profesional dalam mencapai sasaran perusahaan dengan menegakkan nilai-nilai profesional dan tangguh.
2. *Customer Focus* (C), yaitu insan Pupuk Kaltim selalu berusaha memberikan pelayanan terbaik dan berkomitmen pada kepuasan pelanggan dengan menegakkan nilai-nilai perhatian dan komitmen.
3. *Teamwork* (T), yaitu insan Pupuk Kaltim harus menjalin sinergi dan bersatu dalam bekerja dengan mengutamakan nilai-nilai sinergi dan bersatu.
4. *Integrity* (I), yaitu insan Pupuk Kaltim menjunjung tinggi kejujuran dan bertanggung jawab dengan menjunjung nilai-nilai jujur dan tanggung jawab.
5. *Visionary* (V), yaitu insan Pupuk Kaltim selalu berpikir jauh kedepan dan siap menghadapi perubahan dinamika usaha dengan memperhatikan nilai-nilai inovatif dan adaptif.
6. *Environmentally Friendly* (E), yaitu insan Pupuk Kaltim peduli terhadap lingkungan dan memberi manfaat bagi masyarakat luas untuk keberlanjutan perusahaan dengan memperhatikan nilai-nilai peduli dan berkelanjutan.

#### 4.1.3 Struktur Organisasi

Dalam melakukan aktivitas bisnisnya, Pupuk Kaltim memiliki struktur organisasi yang yang jelas dan terarah demi mencapai visi misi yang telah ditentukan. Secara garis besar, Pupuk Kaltim dipimpin oleh satu orang Direktur Utama yang mengepalai empat Direktur fungsional (Gambar 4.1). Direktur fungsional tersebut antara lain ialah Direktur Komersil, Direktur Teknik dan Pengembangan, Direktur SDM dan Umum serta Direktur Produksi. Direktur

Komersil bertanggung jawab atas keuangan, pemasaran, dan penjualan dari produk Pupuk Kaltim mulai dari penerimaan permintaan dari pasar sampai dengan proses distribusi pupuk yang dilakukan serta anggaran maupun keuangan yang diterima dan dikeluarkan oleh Pupuk Kaltim. Direktur Komersil mengepalai empat *general manager*, diantaranya *General Manager* Pemasaran non PSO, *General Manager* Pemasaran PSO, *General Manager* RENTAL dan Distribusi serta *General Manager* Administrasi Keuangan. Direktur Teknik dan Pengembangan bertanggung jawab atas proses pengadaan bahan baku maupun bahan penolong lain yang dibutuhkan oleh Pupuk Kaltim, serta pengelolaan aset pabrik dan pengembangan riset yang dilakukan oleh Pupuk Kaltim baik yang berhubungan langsung dengan produk, proses produksi, sampai dengan anak perusahaan yang dimiliki. Direktur Teknik dan Pengembangan mengepalai tiga *general manager*, diantaranya *General Manager* Pengadaan, *General Manager* Teknik dan Sistem Informasi serta *General Manager* Investasi Pengembangan. Direktur SDM dan Umum bertanggung jawab atas pengembangan *resource* sumber daya manusia yang digunakan oleh Pupuk Kaltim. Selain daripada itu, Direktorat SDM dan Umum juga bertanggung jawab atas program kemitraan yang dijalin oleh Pupuk Kaltim dengan instansi lain serta program bina lingkungan yang dilakukan oleh Pupuk Kaltim baik kepada pemerintah maupun masyarakat sekitar. Direktur SDM dan Umum mengepalai satu *manager* yaitu *manager* Program Kemitraan dan Bina Lingkungan. Untuk proses produksi yang dilakukan oleh Pupuk Kaltim ditanggung jawabkan pada Direktur Produksi yang mengepalai empat *general manager*. Direktur Produksi bertanggung jawab atas seluruh proses produksi yang dilakukan oleh Pupuk Kaltim. *General Manager* yang ada pada Direktorat Produksi antara lain *General Manager* Operasi 1, *General Manager* Operasi 2, *General Manager* Teknologi dan *General Manager* Pemeliharaan.

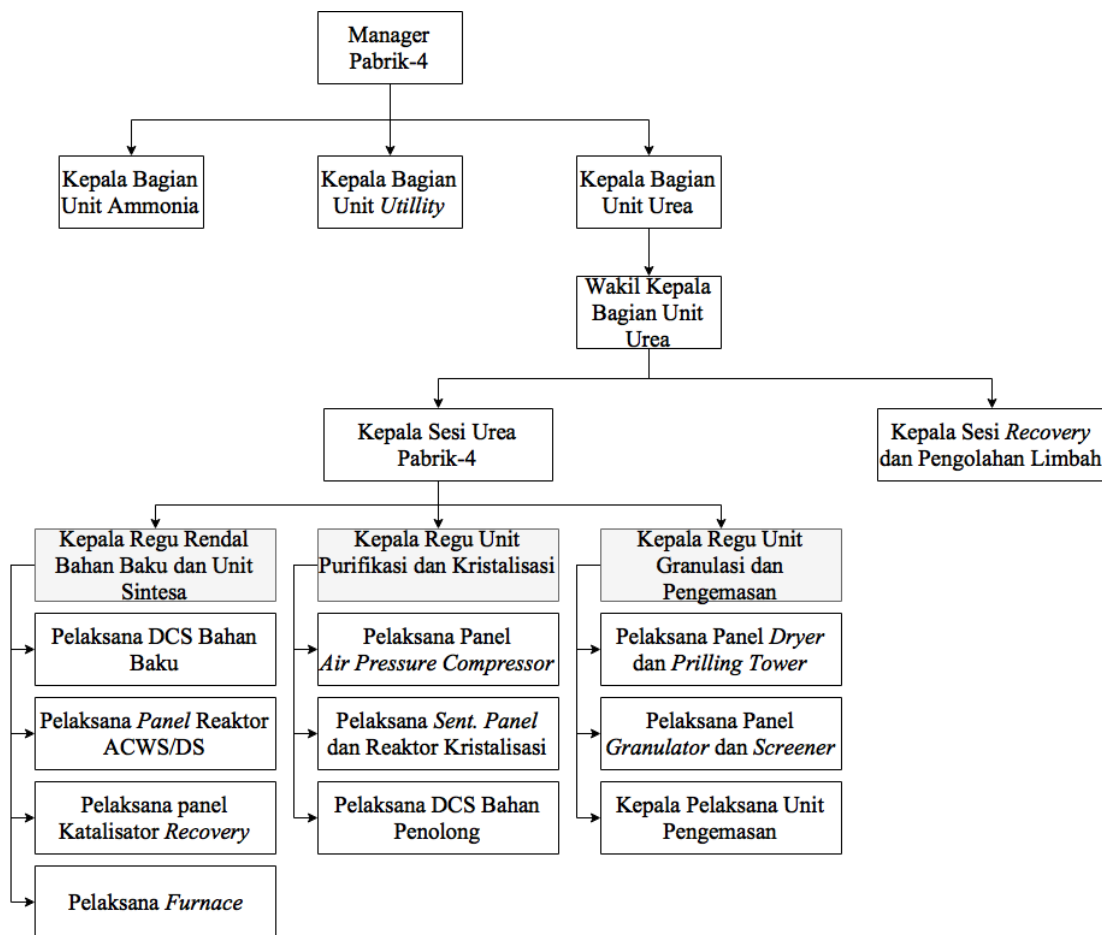


**Gambar 4. 1 Struktur Organisasi Pupuk Kaltim**

#### 4.1.4 Unit Produksi Urea Pabrik-4

Unit produksi Urea Pabrik-4 merupakan salah satu unit produksi yang memproduksi pupuk Urea yang dimiliki oleh Pupuk Kaltim. Unit produksi Urea

Pabrik-4 berada dibawah departemen Operasi II yang dikepalai oleh *Manager* Pabrik-4. *Manager* Pabrik-4 mengepalai dua bagian, yaitu kepala bagian 1 yang bertanggung jawab atas proses masuknya bahan baku, proses sintesa dan proses purifikasi serta kepala bagian 2 yang bertanggung jawab atas proses kristalisasi, proses granulasi, proses *recovery* katalis serta proses pembuangan air limbah. Kedua kepala seksi tersebut mengepalai beberapa kepala regu sesuai dengan tanggung jawab dari sesi masing-masing. Adapun gambar bagan struktur organisasi yang ada pada unit produksi Urea Pabrik-4 ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Struktur Organisasi Unit Produksi Urea Pabrik-4 Pupuk Kaltim

#### 4.2 Identifikasi Kondisi Eksisting Unit Produksi Urea Pabrik-4

Bagian ini menjelaskan mengenai kondisi eksisting pada unit produksi Urea Pabrik-4 dengan menggunakan *SIPOC Diagram*, *Big Picture Mapping*,

*Flow Process Chart* dan *Activity Classification* melalui tahap identifikasi yang telah dilakukan.

#### 4.2.1 SIPOC Diagram

SIPOC Diagram digunakan untuk mengidentifikasi dan memetakan peran mulai dari *supplier* sampai dengan *costumer* yang ada pada proses produksi unit produksi Urea Pabrik-4. *Supplier* pada proses produksi Urea yang ada pada Pabrik-4 ialah unit produksi Ammonia Pabrik-4, sedangkan *Costumer* yang berperan dalam proses produksi Urea yang ada pada Pabrik-4 bukanlah *end costumer* melainkan gudang produk jadi yang ada pada Pupuk Kaltim sesuai dengan batasan yang telah ditentukan sebelumnya. Pada Tabel 4.1 ditunjukkan SIPOC *Diagram* sebagai gambaran umum dari proses produksi eksisting unit produksi Urea Pabrik-4.

**Tabel 4. 1 SIPOC *Diagram* Proses Produksi Urea Unit Produksi Pabrik-4**

<i>Supplier</i>	<i>Input</i>	<i>Process</i>	<i>Output</i>	<i>Costumer</i>
Unit Produksi Ammonia Pabrik-2, Pabrik 3 dan Pabrik-4	Ammonia	Pengaliran Bahan Baku	Pupuk Urea Granul dengan kadar kandungan N 46%, Biuret 1% dan Besi 1,5%	Gudang produk jadi
		Pengaliran Bahan Penolong		
Unit <i>Utility</i> Pabrik-4	Karbamat	Pengaliran Produk Setengah Jadi		
		Sintesis		
Unit <i>Utility</i> Pabrik-4 Departemen Pergudangan	Karbon Dioksida	<i>Recovery</i> Katalis		
		Purifikasi		
	<i>Demin Water</i>	Kristalisasi Sentrifugal		
		Granulasi		
	Air	<i>Bagging</i>		
		<i>Sampling</i> dan Inspeksi		

Berikut merupakan penjelasan SIPOC *Diagram* proses produksi Urea unit produksi Pabrik-4.

##### 4.2.1.1 *Supplier*

*Supplier* yang berperan pada proses produksi Urea Pabrik-4 ialah unit produksi Ammonia Pabrik-4, unit produksi Ammonia Pabrik-3, unit produksi Ammonia Pabrik 2, Unit *Utility* Pabrik-4 dan Departemen Pergudangan. Unit

produksi Ammonia Pabrik-4 berperan sebagai *supplier* utama bahan baku Ammonia terhadap unit produksi Urea Pabrik-4. Bahan baku berbentuk Ammonia cair atau *liquid* disimpan di dalam tanki penyimpanan Ammonia yang ada pada unit produksi Ammonia Pabrik-4 yang kemudian disalurkan menggunakan pipa penghubung bertenaga kompresor menuju tempat penampungan bahan baku sementara milik unit produksi Urea Pabrik-4. Unit produksi Ammonia Pabrik-2 dan Pabrik-3 hanya berperan sebagai pengganti atau *supplier* cadangan apabila unit produksi Ammonia Pabrik-4 sedang mengalami proses *maintenance* atau mengalami masalah pada proses produksinya. Sama halnya dengan unit produksi Ammonia Pabrik-4, unit produksi Ammonia Pabrik-2 dan Pabrik-3 melakukan penyimpanan Ammonia pada tanki yang ada pada unit produksi masing-masing yang kemudian akan disalurkan menggunakan pipa penghubung bertenaga kompresor menuju unit produksi Urea Pabrik-4 apabila dibutuhkan. Unit *Utility* Pabrik-4 berperan sebagai *supplier* katalis berupa karbamat yang digunakan pada proses sintesa. Penyaluran dari katalis ini dilakukan menggunakan pipa yang terhubung langsung menuju reaktor yang ada pada unit sintesis unit produksi Urea Pabrik-4.

Untuk Departemen Pergudangan, berperan sebagai *supplier* dari bahan penolong yang dibutuhkan yaitu air, *demin water*, serta karbondioksida cair. Departemen Pergudangan hanya akan melakukan pengiriman apabila stok dari bahan penolong yang ada pada tanki *utility* Pabrik-4 telah mencapai titik *restock*. Untuk air, pengiriman dilakukan menggunakan pipa bertenaga pompa langsung dari unit purifikasi air laut yang dimiliki oleh gudang penolong menuju tanki Pabrik-4. Sama halnya dengan karbondioksida cair dan *demin water*, pengiriman juga dilakukan menggunakan pipa bertenaga *compressor* yang terhubung langsung dari tanki penyimpanan bahan penolong menuju pabrik terkait.

#### 4.2.1.2 Input

*Input* yang dibutuhkan pada proses produksi Urea yang ada pada Pabrik-4 berupa bahan baku serta bahan penolong seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Bahan yang dibutuhkan antara lain ialah Ammonia cair, karbondioksida cair, katalis berupa karbamat, *demin water*, serta air. Ammonia yang digunakan sebagai bahan baku utama pada proses produksi Urea sebelumnya

telah melalui tahap inspeksi yang dilakukan oleh unit produksi pabrik terkait serta departemen laboratorium dan inspeksi teknik, sedangkan untuk bahan penolong berupa karbondioksida cair, karbamat, *demin water* dan air telah melalui tahap inspeksi yang dilakukan oleh departemen penerimaan dan pergudangan serta departemen laboratorium. Oleh sebab itu, pihak unit produksi Urea Pabrik-4 tidak perlu melakukan inspeksi ulang terhadap bahan baku serta bahan penolong yang digunakan. Adapun spesifikasi kandungan dari bahan baku dan bahan penolong yang digunakan ialah sebagai berikut (Tabel 4.2).

**Tabel 4. 2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Penolong Urea**

Bahan Baku	Spesifikasi	Ketentuan Kandungan
Ammonia Cair	Ammonia	Minimal 95%
	Impuritis air	Maksimal 0.5%
	Minyak maksimal	Maksimal 10 ppm
Bahan Penolong	Spesifikasi	Ketentuan
Karbondioksida cair	Karbondioksida	Minimal 99.5%
	Air	Maksimal 150 ppm
	H <sub>2</sub> S	Maksimal 0.1 ppm
	So <sub>2</sub>	Maksimal 1 ppm
	Benzene	Maksimal 0.02 ppm
	Asetaldehyde	Maksimal 0.2 ppm
	Hidrokarbon Metan	Maksimal 50 ppm
	Hidrokarbon non Metan	Maksimal 20 ppm
Karbamat	Nitrogen	Maksimal 5%
	Chlorometana	Maksimal 0.5%
	Karbondioksida	Maksimal 0.05%
Demin Water	Benzene	Maksimal 0.05 ppm
Air	Besi	Maksimal 2%
	Garam	Maksimal 0.25 %

**Sumber : RDPP Pupuk Urea Pupuk Kaltim**

#### 4.2.1.3 Process

Proses yang dilakukan oleh unit produksi Urea Pabrik-4 yang ada pada Pupuk Kaltim dimulai dari proses pengaliran bahan baku dan bahan penolong dari tanki penyimpanan bahan terkait menuju reaktor unit sintesis. Setelah itu proses dilanjutkan dengan pengaliran produk setengah jadi menuju unit purifikasi untuk dilakukan proses purifikasi cairan ammonium karbamat. Pada proses ini unit purifikasi menghasilkan dua buah *output* yaitu Urea cair dan karbamat. Karbamat kemudian dikembalikan menuju unit *recovery* untuk dilakukan proses *Recovery*

katalis sedangkan untuk Urea cair disalurkan menuju unit purifikasi. Proses selanjutnya dilanjutkan dengan pengaliran Urea cair dari unit purifikasi menuju unit kristalisasi untuk dilakukan proses kristalisasi. Urea Kristal yang dihasilkan oleh unit kristalisasi kemudian diproses menggunakan mesin granulator pada unit granulasi yang kemudian dilanjutkan menuju proses pengemasan (*bagging*). Pada proses pengemasan, *sample* dari pupuk Urea yang dihasilkan diambil dan dilakukan inspeksi sementara oleh unit produksi Urea Pabrik-4 yang kemudian akan diinspeksi ulang oleh departemen laboratorium.

#### 4.2.1.4 Output

*Output* yang dihasilkan dari serangkaian proses produksi pupuk Urea yang dilakukan oleh unit produksi Urea Pabrik-4 ialah produk pupuk Urea Granul dengan kemasan karung berkapasitas 50 kg dengan ketentuan kandungan N sebesar 46%,  $C_2H_5N_3O_2$  sebesar 1% dan Fe sebesar 1,5%. Pupuk Kaltim telah menentukan batas toleransi penerimaan, yaitu N sebesar  $\pm 3\%$ ,  $C_2H_5N_3O_2$  +1,5% dan Fe sebesar +2%. *Output* yang dihasilkan kemudian disimpan sementara pada Pabrik-4 yang kemudian akan didistribusikan menuju gudang produk jadi menggunakan truk.

#### 4.2.1.5 Costumer

Pihak yang dianggap berperan sebagai *costumer* pada proses produksi Urea Pabrik-4 ialah gudang produk jadi yang dikelola oleh Departemen Penerimaan dan Pergudangan. Departemen tersebut bertanggung jawab atas penyimpanan produk Urea yang dihasilkan serta pendistribusiannya menuju gudang penyangga diberbagai daerah. Sebelum dilakukannya pendistribusian menuju gudang penyangga, Departemen Laboratorium melakukan uji *sampling* pada kandungan yang ada pada pupuk Urea. Apabila kandungan yang ada pada pupuk Urea melebihi batas toleransi, maka pupuk Urea tersebut akan dikirim kembali menuju unit produksi terkait untuk dilakukan *rework*. Hal yang sama juga dilakukan pada pupuk Urea dengan kemasan yang rusak atau karung yang pecah. Urea yang dianggap rusak atau *defect* akan dikirim kembali menuju unit produksi terkait untuk dilakukan *rework* menggunakan truk.

Untuk mengetahui proses produksi yang dilakukan oleh unit produksi Urea Pabrik-4 secara lebih mendalam, maka dilakukan pengidentifikasian



menggunakan SIPOC *Diagram* pada masing-masing proses yang dilakukan. Hal tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

**Tabel 4. 3 SIPOC *Diagram* Proses Produksi Urea Pabrik-4 untuk Tiap Proses**

<i>Supplier</i>	<i>Input</i>	<i>Process</i>	<i>Output</i>	<i>Costumer</i>
Tanki Bahan Baku Pabrik-4	Ammonia Cair	Pengaliran Bahan Baku	Ammonia Cair	Reaktor Unit Sintesa
	Karbon-dioksida cair	Pengaliran Bahan Penolong	Karbon-dioksida cair	
Tanki unit Recovery	Karbamat		Karbamat	
Reaktor Unit Sintesa	Ammonia Cair	Sintesis Ammonia Cair	Ammonium Karbamat	Reaktor Unit Purifikasi
	Karbon-dioksida cair			
	Karbamat			
Reaktor Unit Purifikasi	Ammonium Karbamat	Dekomposisi	Urea Cair	Reaktor Unit Kristalisasi
			Karbamat	Reaktor Unit Recovery
Reaktor Unit Kristalisasi	Urea Cair	Kristalisasi	Urea Kristal	Mesin Dryer unit granulasi
Tanki Utilitas Pabrik-4	Demin Water Air			
Mesin Dryer unit granulasi	Urea Kristal	Pengeringan butiran pupuk	Urea Butiran	<i>Prilling Tower</i> unit Granulasi
<i>Prilling Tower</i> unit Granulasi	Urea Butiran	Proses Pendinginan	Urea Butiran	Mesin Granulator unit Granulasi
Mesin Granulator unit Granulasi	Urea Butiran • Ukuran 2-16 mesh	Penyaringan Urea Granul	Urea Granul • ukuran 4-10 mesh	Mesin Packaging
Mesin Packaging	Urea Granul • N 46% • Biuret 1% • Fe 1,5% • ukuran 4-10 mesh	Pengemasan Pupuk Urea	Pupuk Urea Karung • N 46% • Biuret 1% • Fe 1,5% • Berat produk 50 kg	Gudang produk jadi

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, *supplier* dari proses produksi Urea yang dilakukan oleh Pabrik-4 ialah unit produksi Ammonia Pabrik-2, Pabrik-3, Pabrik-4 dan gudang bahan penolong. Unit produksi Ammonia Pabrik-4 menyimpan produk jadinya berupa Ammonia cair yang akan digunakan sebagai bahan baku utama produksi Urea, namun sebagian dari Ammonia yang diproduksi oleh Pabrik-4 tetap didistribusikan menuju pasar. Unit produksi Ammonia Pabrik-2 dan Pabrik-3 melakukan pendistribusian bahan baku menuju tanki bahan baku Pabrik-4 hanya jika bahan baku yang diproduksi oleh unit

produksi Ammonia Pabrik-4 tidak dapat memenuhi kebutuhan. Pendistribusian bahan baku Ammonia menuju tanki bahan baku dilakukan menggunakan pipa, hal yang membedakan hanyalah daya yang digunakan oleh pompa kompresor yang digunakan. Unit produksi Ammonia Pabrik-4 menggunakan daya yang dihasilkan oleh generator Pabrik-4 dalam melakukan proses pendistribusiannya, sedangkan unit produksi Ammonia Pabrik-2 dan Pabrik-3 menggunakan daya yang dihasilkan oleh generator pada *boiler* pusat. Selain daripada itu, proses pendistribusian juga dilakukan oleh gudang bahan penolong menuju tanki utilitas yang ada pada Pabrik-4. Bahan penolong yang didistribusikan antara lain ialah karbondioksida cari, *damin water* dan air. Sistem pendistribusian dilakukan melakukan pipa dengan tenaga *compressor* berdayakan *generator* pada *boiler* pusat. Gudang bahan penolong melakukan pendistribusian menuju tanki utilitas Pabrik-4 hanya jika bahan penolong yang tersedia pada Pabrik-4 telah mencapai titik *restock*.

Proses dilanjutkan menuju proses pengaliran bahan baku dan pengaliran bahan penolong menuju reaktor unit sintesa. Bahan baku yang dialirkan berupa Ammonia cair yang ada pada tanki bahan baku Pabrik-4, sedangkan bahan penolong yang dialirkan berupa karbondioksida cair dari tanki utilitas Pabrik-4 serta katalis berupa Karbamat dari unit *recovery* pabrik-4. Seluruh proses pengaliran bahan baku dan bahan penolong pada Pabrik-4 dilakukan menggunakan pipa dengan tenaga pompa *compressor*.

Setelah dilakukannya proses pengaliran bahan baku dan bahan penolong dari tanki bahan baku, tanki *utility*, dan unit *recovery* Pabrik-4 menuju reaktor unit sintesa, proses dilanjutkan dengan dilakukannya sintesis Ammonia cair dan karbondioksida menggunakan Karbamat sebagai katalisator. Tekanan dijaga untuk tetap stabil agar *output* dari proses sintesis yang dilakukan tidak memiliki kandungan Nitrogen berlebih. *Controlling* dilakukan melalui ACWS/DS dengan memperhatikan *pressure gate* yang ada. Proses sintesis menghasilkan Ammonium Karbamat Cair dengan kandungan Ammonia Cair 15%, Air 250 ppm, Karbondioksida 3% dan Nitrogen 60%.

Ammonium Karbamat yang dihasilkan oleh proses purifikasi kemudian disalurkan menuju reaktor unit purifikasi menggunakan pipa penghubung untuk

dilakukannya proses dekomposisi karbamat dan penguraian kandungan Nitrogen berlebih. Proses dekomposisi dan penguraian dilakukan dengan dua tahap penurunan tekanan yang ada pada reaktor. Hal ini dilakukan agar proses dekomposisi berjalan secara sempurna sehingga kandungan Nitrogen yang ada tidak terurai sepenuhnya oleh kandungan Karbamat yang masih ada pada Ammonium Karbamat. Proses purifikasi menghasilkan Urea cair dengan kandungan Nitrogen sebesar 46%, Biuret sebesar 1% dan Fe sebesar 1,5% serta larutan Karbamat dengan Nitrogen sebesar 15%, Chlorometana 15%, dan karbondioksida cair sebesar 3%. Karbamat yang dihasilkan kemudian dikirim menuju unit *recovery* untuk dilakukan konsentrasi ulang dan akan digunakan pada proses sintesis berikutnya, sedangkan Urea cair yang dihasilkan disalurkan menuju reaktor unit kristalisasi menggunakan pipa penghubung.

Urea cair yang masuk menuju reaktor kristalisasi kemudian mendapatkan perlakuan panas secara sentrifugal. Proses kristalisasi dilakukan untuk merubah sifat cair dari Urea menjadi padat dengan bantuan *demin water* sebagai katalis dan air sebagai penetralisir reaksi dekomposisi Urea dengan unsur benzene yang dimiliki oleh *demin water*. *Demin water* dan air yang digunakan pada proses kristalisasi disalurkan dari tanki utilitas Pabrik-4 menggunakan pipa yang terhubung pada panel *vacum* reaktor unit kristalisasi. Proses kristalisasi menghasilkan Urea kristal dengan kandungan Nitrogen, Biuret dan Besi yang sama namun memiliki kandungan air sebesar 5% karena reaksi yang terjadi.

Urea kristal kemudian disalurkan menuju mesin granulator yang ada pada unit granulasi dengan *conveyor* menggunakan bantuan operator. Pada mesin *granulator* terjadi proses pengeringan butiran kristal Urea. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan air yang ada pada butiran tersebut serta untuk memadatkan butiran kristal menjadi ukuran 2-16 mesh. Urea butir dengan ukuran 2-16 mesh kemudian dimasukkan ke dalam mesin *Dryer* menggunakan *conveyor* untuk dilakukannya proses penyaringan granul. *Output* yang didapatkan pada proses ini ialah Urea Granul dengan ukuran butir 4-10 mesh. Urea Granul tersebut kemudian dipindahkan menuju mesing *packaging* menggunakan *conveyor* dan bantuan operator untuk dilakukan proses pengemasan. Produk Pupuk Urea yang telah dikemas dalam karung 50 kg kemudian didistribusikan

menuju gudang produk jadi. Proses pendistribusian yang dilakukan menggunakan bantuan truk.

#### 4.2.2 *Big Picture Mapping (BPM)*

*Big Picture Mapping* merupakan salah satu *tools* yang digunakan pada penelitian kali ini untuk mengetahui seluruh aliran fisik maupun informasi yang terlibat pada proses produksi Urea Pabrik-4. *Big Picture Mapping* juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis aktivitas apa saja yang dilakukan baik dalam suatu proses ataupun sub proses. Pada BPM yang telah dibuat dapat diketahui bahwa Rancangan Dasar Produksi Pupuk (RDPP) yang merupakan acuan dasar produksi pupuk tahunan diberikan langsung oleh Direktorat Produksi kepada masing-masing unit produksi yang ada pada pabrik. RDPP yang diberikan merupakan rencana dan target produksi tahunan yang didapatkan melalui hasil *forecast demand costumer* selama 3 tahun terakhir yang dilakukan oleh Departemen Rencal Pemasaran. Departemen Rencal Pemasaran mendapatkan *Order Report* perbulan yang telah diverifikasi dan direkap oleh Departemen Pemasaran Urea melalui jumlah pemesanan yang dilakukan secara langsung oleh *costumer*. Dalam melakukan pemesanan *costumer* secara langsung menghubungi kantor pemasaran cabang yang dikelola oleh Departemen Pemasaran Urea. Pihak Departemen Pemasaran Urea akan mengirimkan informasi berupa banyaknya jumlah pesanan serta waktu pengiriman kepada gudang penyangga. Gudang penyangga akan mengirimkan pupuk Urea secara langsung menggunakan truk atau kapal.

Dalam melakukan proses produksinya, Unit Urea Pabrik-4 menggunakan bahan baku utama berupa *Ammonia liquid*. *Ammonia liquid* yang digunakan sebagai bahan baku disimpan di dalam tanki penyimpanan dengan suhu dan tekanan selalu diawasi. *Ammonia* yang digunakan dipasok langsung oleh Unit *Ammonia* Pabrik-4. Unit *Ammonia* Pabrik-2 dan Unit *Ammonia* Pabrik-3 akan melakukan pendistribusian bahan baku menuju tanki bahan baku Pabrik-4 hanya jika Unit *Ammonia* Pabrik-4 mengalami *shut down*, *Turn Around* atau tidak mampu memenuhi jumlah bahan baku yang dibutuhkan oleh Unit Urea Pabrik-4. Pendistribusian *Ammonia* dilakukan menggunakan pipa dengan tekanan yang berasal dari *compressor* masing-masing pabrik. Seluruh bahan baku *Ammonia*

yang didistribusikan menuju tanki bahan baku Unit Urea Pabrik-4 memiliki kandungan bahan baku yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan karena telah melewati proses uji laboratorium. Pengujian dilakukan oleh Departemen Laboratorium dengan metode *sampling*. *Sampling* dilakukan dengan cara mengambil *sample* Ammonia pada tanki Ammonia yang ada pada Pabrik-2, Pabrik-3 dan Pabrik-4 setiap 4 jam sebelum akhirnya dinyatakan sesuai dengan spesifikasi. Departemen Laboratorium akan memberikan laporan hasil uji laboratorium kepada unit produksi terkait. Ammonia dengan kandungan tidak sesuai dengan spesifikasi akan melalui proses *rework* pada unit produksi bersangkutan, sementara Ammonia dengan kandungan sesuai dengan spesifikasi akan dialirkan menuju tanki Ammonia masing-masing pabrik sebelum akhirnya akan dialirkan menuju tanki bahan baku Pabrik-4. Sebelum dilakukannya pengaliran Ammonia oleh pabrik terkait, Departemen Inspeksi Teknik perlu melakukan pengecekan ulang terhadap tekanan, suhu maupun intensitas getaran yang terjadi pada pipa penghubung agar memastikan tidak terjadi kebocoran pada pipa distribusi antar tanki.

Beberapa bahan penolong juga dibutuhkan pada proses produksi Urea yang dilakukan oleh Pabrik-4, antara lain karbondioksida *liquid*, *demin water*, air dan katalis karbamat. Bahan penolong karbondioksida, *demin water*, dan air dialirkan langsung dari tanki utilitas yang dimiliki oleh Unit *Utility* Pabrik-4 melalui pipa penghubung. Karbondioksida, *demin water* dan air didistribusikan langsung oleh Departemen Pergudangan menuju tanki utilitas Pabrik-4. Bahan penolong yang didistribusikan oleh Departemen Pergudangan sebelumnya telah melalui tes uji spesifikasi kandungan yang dilakukan oleh Departemen Laboratorium. Bahan penolong katalis karbamat didapatkan langsung dari tanki unit *recovery* yang dimiliki oleh Unit *Utility* Pabrik-4. Unit *Recovery* bertugas sebagai *supplier* dari bahan penolong katalis karbamat yang merupakan hasil residu proses dekomposisi pada unit purifikasi. Hasil residu karbamat ini kemudian akan diproses ulang melalui beberapa tahap pemurnian, penyulingan dan pereaksian dengan larutan lain sampai menjadi katalis karbamat sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan dan dikirim kembali menuju tanki unit *recovery* Pabrik-4.

Proses produksi Urea pada Pabrik-4 diawali dengan mendistribusikan bahan baku berupa Ammonia *liquid* menuju tanki bahan baku dan bahan penolong lainnya menuju tanki utilitas Pabrik-4. Operator Panel DCS bahan baku dan penolong mengestimasi proses pendistribusian dilakukan selama 8 menit. Proses dilanjutkan dengan mengalirkan Ammonia dari tanki bahan baku, CO<sub>2</sub> dari tanki utilitas dan katalis karbamat dari tanki unit *recovery* menuju karbamat *container* pada reaktor unit sintesa. Proses pengaliran ini diestimasi oleh operator panel katalisator *recovery* selama 5 menit. Setelah dilakukannya pengaliran bahan baku dan bahan penolong menuju reaktor unit sintesa, proses berikutnya dilanjutkan menuju proses sintesis. Proses sintesis Ammonia *liquid* dilakukan dengan mencampur larutan Ammonia dan karbondioksida dengan cara membuka katup pada *nozzle* yang ada pada ujung pipa penghubung. Sebelum katup dibuka, operator terlebih dahulu menyetarakan tekanan antar kedua ruang yaitu pipa penghubung dan reaktor. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya letupan maupun dorongan yang dihasilkan oleh perbedaan tekanan antar kedua ruang. Proses pencampuran dilakukan dengan rasio pencampuran antara Ammonia dan karbondioksida yaitu 1,7 berbanding 1. Hal ini dilakukan untuk tetap menjaga kandungan karbondioksida pada Ammonium Karbamat dihasilkan tetap memenuhi batas spesifikasi yang diharapkan. Ratio pencampuran dapat diketahui melalui informasi yang ditampilkan oleh *panel* pada *control room* yang terhubung pada alat *flowmeter* di setiap ujung pipa penghubung. Setelah dilakukannya proses pencampuran, proses sintesis dilanjutkan dengan mengalirkan katalis karbamat ke dalam reaktor. Katalis karbamat berfungsi untuk mempercepat reaksi kimia yang terjadi antara Ammonia dan karbondioksida. Proses sintesis. Keseluruhan proses sintesis dijalankan dan dikendalikan melalui *control room* dengan indikator berupa *volume*, tekanan, suhu, intensitas getaran dan kelembaban udara dalam reaktor yang dapat dilihat melalui *panel*. Seluruh proses sintesis diestimasi oleh pelaksana panel reaktor ACWS/DS dan pelaksana *furnace* selama 8 menit. Proses sintesis menghasilkan larutan Ammonium Karbamat dengan kandungan Ammonia 15%, air 250 ppm, karbondioksida 3% dan Nitrogen 60%.

Larutan Ammonium Karbamat yang dihasilkan oleh unit sintesis

kemudian dialirkan menuju reaktor unit purifikasi. Larutan Ammonium Karbamat dimasukkan kedalam reaktor unit purifikasi menggunakan pipa penghubung. Sebelum dilakukannya pengaliran Ammonium Karbamat, tekanan pada pipa dan reaktor perlu disamakan melalui proses *Pressure Compression*. Pada unit purifikasi proses yang terjadi ialah dekomposisi. Proses dekomposisi dilakukan untuk memisahkan katalis karbamat dan Urea cair dari larutan Ammonium Karbamat. Pada reaktor unit purifikasi, Ammonium Karbamat mendapatkan perlakuan penurunan tekanan. Hal ini dilakukan agar tetap menjaga kandungan pada *Chlorometana* pada katalis karbamat tetap mengikat karbondioksida dan tidak tercampur kedalam Urea cair serta untuk memisahkan kandungan karbamat berlebih pada Ammonium karbamat. Agar proses dekomposisi berlangsung sempurna diperlukan beberapa reaktor *decomposer* yang disusun seri masing-masing dengan tekanan yang semakin rendah, yaitu *High Pressure Decomposer*, *Low Pressure Decomposer*, dan *Gas Seperator*. Proses pengendalian tekanan ini dibantu dengan mengendalikan suhu menggunakan pemanasan yang berasal dari *nozzle* yang ada pada puncak reaktor. *Nozzle* secara kontinyu akan menghembuskan udara dengan suhu yang berbeda-beda untuk tetap menjaga tekanan sesuai dengan ketentuan pada reaktor *decomposer* yang ada pada unit purifikasi. Seluruh proses yang terjadi pada unit sintesis dikendalikan melalui *panel* yang ada pada *control room*. Proses diestimasi oleh operator panel *Air Pressure Compressor* selama 6 menit. Hasil dari proses dekomposisi pada unit purifikasi ialah Urea cair dengan kandungan Nitrogen 46%, Biuret 1% dan Fe 1,5% yang akan dialirkan menuju unit kristalisasi dan karbamat dengan kandungan Nitrogen 25%, Chlorometana 15% dan Karbondioksida 3% yang akan dialirkan kembali menuju unit *recovery*.

Urea cair yang didapatkan dari hasil proses sebelumnya kemudian dialirkan menuju reaktor unit kristalisasi. Pada proses kristalisasi Urea cair dicampurkan dengan air untuk mendapatkan bentuk partikel kristal. Setelah dilakukannya pencampuran, katalis berupa *Demin Water* ditambahkan untuk memperkuat sifat partikel proton yang ada pada larutan Urea dan air, hal ini dilakukan agar molekul proton menyerap molekul elektron yang ada pada partikel lain dan mempercepat proses penkristalan atau pengikatan antar atom. Proses

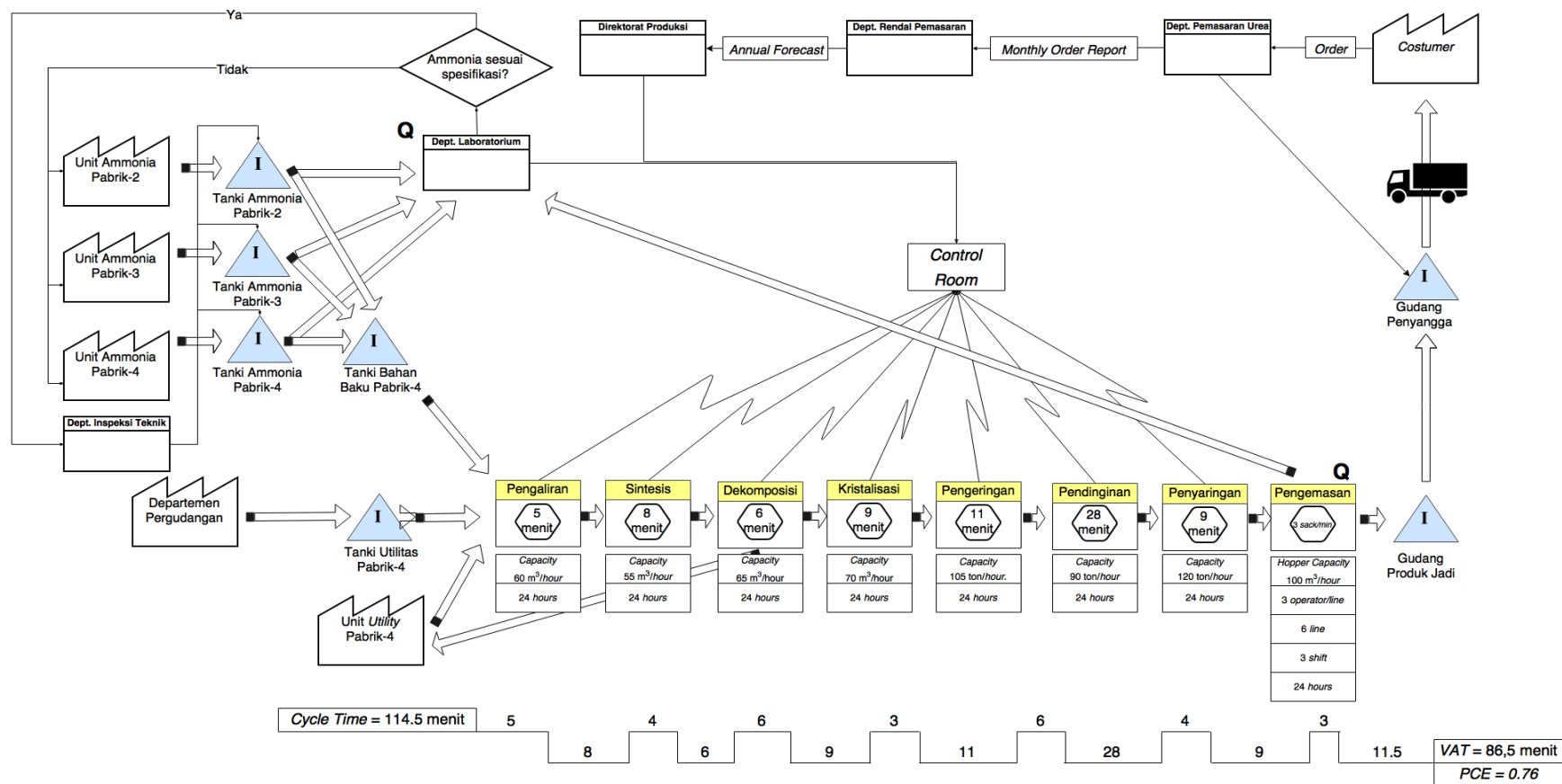
kristalisasi dilakukan secara sentrifugal untuk memisahkan antara Urea kristal yang terbentuk dengan Urea cair yang masih tersisa. Proses ini menghasilkan *output* berupa Urea kristal dengan kandungan Nitrogen 46%, biuret 1%, Fe 1,5% dan Air 330 ppm. Proses Kristalisasi diestimasi oleh operator *Sent. Panel* dan Reaktor Kristalisasi selama 9 menit. Urea kristal yang didapat kemudian disalurkan menuju *hopper* mesin *Dryer* unit granulasi menggunakan bantuan *conveyor*. *Hopper* kemudian mengalirkan Urea kristal menuju *melter* mesin *Dryer*. Pada proses ini, Urea kristal dipanaskan untuk menghilangkan kandungan air akibat dari proses sebelumnya. Proses pengeringan ini diestimasi selama 11 menit. Setelah didapatkannya Urea tanpa kandungan air, proses berikutnya ialah pembentukan Urea prill pada *prilling tower* unit granulasi. Urea kristal dimasukkan kedalam *prilling tower* menggunakan *nozzle*, setelah itu dilakukannya peniupan udara dengan suhu rendah melalui bagian bawah dari *prilling tower*. Proses pemindahan Urea kristal kedalam *prilling tower* serta proses peniupan udara dingin dilakukan secara bersamaan dan kontinyu. Urea kristal dengan suhu rendah akan tertangkap oleh *filter* yang dipasang dengan posisi miring pada bagian bawah *prilling tower* dan akan disalurkan menuju mesin *granulator*. Proses *prilling* diestimasi oleh Operator *Chiller* yaitu 28 menit. Pada mesin *granulator* dan *screener*, dilakukannya pembentukan ukuran butiran pupuk sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan dan proses pemilihan pupuk dengan ukuran granul sesuai dengan spesifikasi. Mesin *granulator* berotasi secara otomatis dan menghasilkan Urea dengan ukuran granul 2-16 mesh. Urea dengan ukuran 4-10 mesh akan tersaring oleh *screener* yang telah terpasang pada mesin *granulator*. Proses penyaringan diestimasi oleh operator *granulator* selama 9 menit. Proses terakhir ialah melakukan *bagging* pada unit pengemasan. Urea Granul yang didapatkan melalui proses sebelumnya disalurkan menuju masing-masing *hopper* yang ada pada stasiun pengemasan. Terdapat 6 lini pengemasan dengan jumlah operator 3 orang untuk setiap lini. Operator 1 bertugas sebagai pengatur *panel conveyor* dan *hopper*, melakukan pemasangan kemasan karung 50 kg pada corong *hopper* dan melakukan pengisian karung dengan pupuk Urea. Karung berisi pupuk Urea kemudian dilipat, dipanaskan serta dijahit pada bagian atas karung serta diletakkan pada



*conveyor* oleh operator 2 yaitu operator *sacking and sealing*. Operator 3 bertugas mengatur karung pada *pallet* menggunakan bantuan *forklift*. Satu lini pada unit pengemasan mampu menghasilkan 3 buah karung per menit. Pupuk Urea ini kemudian akan diangkut menuju gudang produk jadi menggunakan truk dengan kapasitas 200 karung. Urea yang ada pada gudang produk jadi kemudian didistribusikan menuju gudang penyangga yang ada diberbagai daerah menggunakan truk dan kapal pengangkut.

Proses pengendalian kualitas yang dilakukan pada proses produksi Urea Pabrik-4 ialah *sampling* pada Urea Granul yang telah jadi. Proses *sampling* hanya dilakukan pada akhir proses karena keterbatasan akses operator terhadap mesin yang sedang beroperasi. *Sample* akan diambil pada proses pengemasan untuk dilakukan proses uji laboratorium. Apabila didapati Urea dengan kandungan Nitrogen, Biuret dan Fe di luar batas spesifikasi, maka Departemen Laboratorium akan memberikan laporan menuju *control room* Unit Urea Pabrik-4. Operator akan melakukan penyesuaian kembali terhadap rasio pencampuran, *variable* yang perlu diperhatikan dalam proses produksi seperti suhu dan tekanan serta melakukan pengecekan pada laporan keandalan mesin. *Sampling* dilakukan setiap 2 jam sekali oleh Departemen Laboratorium sedangkan proses produksi berjalan secara kontinyu.

Dalam satu *batch* waktu produksi yang dibutuhkan kurang lebih selama 114,5 menit sedangkan proses inspeksi dilakukan setiap 2 jam sekali. Proses inspeksi dan proses produksi berjalan secara bersamaan, hal ini menyebabkan terdapat beberapa WIP dan produk jadi yang telah selesai diproses. Gambar 4.3 Merupakan BPM dari proses produksi Urea Pabrik-4 pada kondisi eksisting.



Gambar 4. 3 Big Picture Mapping Proses Produksi Unit Urea Pabrik-4

Keterangan :

- VAT : Value Added Time
- PCE : Production Cycle Efficiency
- Satuan waktu yang digunakan ialah (menit/200 unit karung pupuk Urea)

#### 4.2.3 Flow Process Chart

Setelah dilakukannya identifikasi mengenai proses produksi pupuk Urea pada Pabrik-4 menggunakan *tools Big Picture Mapping* (BPM), tahap selanjutnya ialah menggambarkan secara lebih spesifik mengenai proses produksi Urea Pabrik-4 menggunakan *tool Process Flow Diagram*. Pada *Process Flow Diagram*, dapat dilakukan identifikasi awal berupa jenis aktifitas yang dilakukan pada suatu proses. Setiap sub proses yang dilakukan pada serangkaian proses produksi Urea *breakdown* sampai dengan aktifitas yang dilakukan untuk kemudian diklasifikasikan berdasarkan kegiatan yang dilakukan, yaitu *Operation*, *Transportation*, *Inspection* maupun *Delay/Storage*. Dapat diketahui pula frekuensi tiap aktifitas serta perpindahan bahan baku maupun WIP antar stasiun maupun mesin pada satu stasiun yang dilakukan pada serangkaian proses produksi Urea yang ada pada Pabrik-4. Selain daripada itu, dicantumkan juga mesin maupun fasilitas pabrik yang digunakan untuk memperjelas aktivitas yang dilakukan. Hasil identifikasi awal ini akan digunakan sebagai *input* pada *Activity Classification* yang kemudian akan dikembangkan dan diklasifikasikan secara lebih spesifik terkait proses dengan nilai tambah atau bukan pada produk. Pada Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa terjadi 23 aktifitas *operation* dan 13 aktivitas *transportation* dengan total waktu produksi sebesar 114,5 menit untuk 200 unit karung pupuk Urea. Tidak adanya aktivitas *storage* disebabkan karena proses berjalan secara *continuous* sehingga WIP akan terus diproses sedangkan untuk aktivitas *inspection* tidak ada karena proses inspeksi kualitas dilakukan oleh Departemen Laboratorium pada produk jadi dan tidak mengganggu aliran maupun waktu dari proses produksi yang ada.

**Tabel 4. 4 Flow Process Chart Proses Produksi Urea Pabrik-4**

Process	Activity	Machine	Time (Menit)	Chart Symbol			
				●	➔	■	▼
Proses Pengaliran	<i>Pressure compression</i> untuk menyamakan tekanan pada pipa penghubung dan reaktor sintesa	<i>Vacum Compressor</i>	1	●			
	Membuka katup tanki bahan baku untuk mengalirkan bahan baku cair	Panel	1	●			
	Mengalirkan bahan baku menuju reaktor sintesa	Pipa Penghubung	3		➔		
	Membuka katup bahan penolong untuk mengalirkan bahan penolong	Panel	1	●			

**Tabel 4. 4 Flow Process Chart Proses Produksi Urea Pabrik-4 (lanjutan)**

<i>Process</i>	<i>Activity</i>	<i>Machine</i>	<i>Time (Menit)</i>	<i>Chart Symbol</i>			
	Mengalirkan bahan penolong menuju reaktor sintesa	Pipa Penghubung	3		→		
Sintesis	<i>Feed Treating</i> larutan Ammonia dan Karbondioksida	Reaktor	3	•			
	Membuka katup Karbamat kontainer	Panel	1	•			
	Mengalirkan katalis <i>Karbamat liquid</i>	Pipa Penghubung	2		→		
	<i>Forming</i> Ammonium <i>liquid</i> dengan bantuan katalis karbamat	Reaktor	4	•			
Dekomposisi	<i>Pressure Compression</i> untuk menyamakan tekanan pipa penghubung dan reaktor purifikasi	Vacum Compressor	1	•			
	Mengalirkan Ammonium Karbamat menuju reaktor purifikasi	Pipa Penghubung	4		→		
	<i>Stripping</i> Karbon Dioksida dengan tekanan rendah	Reaktor	3	•			
	<i>Stripping</i> Karbamat dengan tekanan tinggi	Reaktor	2	•			
Kristalisasi	Mengalirkan Urea <i>liquid</i> menuju reaktor kristalisasi	Pipa Penghubung	3		→		
	Kristalisasi Urea <i>liquid</i>		5	•			
	Mengalirkan <i>Demin Water</i> menuju reaktor kristalisasi	Pipa Penghubung	3		→		
	Mengalirkan air menuju reaktor kristalisasi	Pipa Penghubung			→		
	Pemisahan Urea <i>liquid</i> dan Urea kristal secara sentrifugal	Reaktor	4	•			
Pengeringan	Perpindahan Urea kristal menuju <i>hopper</i>	<i>Conveyor</i>	1.5		→		
	Membuka Katup <i>Hopper</i>	Panel	1	•			
	Pemindahan Urea kristal dari <i>hopper</i> menuju <i>melter</i>	<i>Conveyor</i>	1.5		→		
	Membuka Katup <i>Nozzle</i>	Panel	1	•			
	Peniupan Udara dengan suhu tinggi menuju <i>melter</i>	<i>nozzle</i>	10	•			
Pendinginan	Pemindahan Urea kristal menuju <i>prilling tower</i> menggunakan <i>nozzle</i>	<i>nozzle</i>	5		→		
	Peniupan udara bersuhu rendah menuju <i>prilling tower</i>	<i>nozzle</i>	28	•			
Penyaringan	Pemindahan Urea kristal dari <i>prilling tower</i> menuju mesin <i>granulator</i> menggunakan <i>conveyor</i>	<i>Conveyor</i>	2		→		
	Proses granulasi Urea Kristal	<i>Granulator</i>	6	•			
	Pemindahan Urea kristal dari <i>granulator</i> menuju mesin <i>screener</i>	<i>Conveyor</i>	2		→		

**Tabel 4. 4 Flow Process Chart Proses Produksi Urea Pabrik-4 (lanjutan)**

<i>Process</i>	<i>Activity</i>	<i>Machine</i>	<i>Time (Menit)</i>	<i>Chart Symbol</i>			
	Pemisahan Urea granul berdasarkan ukuran menggunakan mesin <i>screener</i>	<i>Screener</i>	3	•			
Pengemasan	Urea granul mengalir menuju <i>hopper</i>	<i>Conveyor</i>	2		→		
	Pemasangan karung pada corong	Manual	1.5	•			
	Pengisian karung dengan pupuk Urea	Katup Hopper	2.7	•			
	Melipat, memanaskan dan menjahit bagian atas karung	Manual/ <i>Iron Heater</i>	2.7	•			
	Meletakkan karung pada <i>conveyor</i>	Manual	1.8	•			
	Operator penyusun karung menyiapkan <i>pallet</i>	Manual	1	•			
	Meletakkan karung pada <i>pallet</i>	Manual	1.8	•			
	<b>Total</b>		114.5	23	13	0	0

#### 4.2.4 Activity Classification

Setelah dilakukannya identifikasi mengenai proses produksi pupuk Urea pada Pabrik-4 menggunakan *tools Big Picture Mapping (BPM)* serta *Flow Process Chart*, tahap selanjutnya ialah mengidentifikasi secara lebih spesifik aktivitas-aktivitas apa saja yang dilakukan pada tiap-tiap proses dan mengkategorikan aktivitas tersebut sebagai aktivitas *Delay*, *Transportation*, *Operation* atau *Inspection*. Aktivitas tersebut kemudian diklasifikasikan menjadi 3 jenis aktivitas yaitu *value added (VA)*, *necessary but non value added (NNVA)* atau *non value added (NVA)*. Aktivitas VA merupakan suatu aktivitas yang memberikan nilai tambah terhadap suatu produk, aktivitas NNVA merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada suatu produk namun aktivitas tersebut diperlukan dalam menjalankan proses produksi, dan aktivitas NVA merupakan aktivitas yang tidak diperlukan serta tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. Berikut merupakan hasil identifikasi dan pengklasifikasian aktivitas pada masing-masing proses produksi Urea Pabrik-4. Pengklasifikasian dilakukan pada serangkaian proses produksi, proses *rework* dan inspeksi yang dilakukan oleh Departemen Laboratorium.

**Tabel 4. 5 Activity Classification Proses Pengaliran**

<i>Kategori</i>	<i>Activity</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Time</i>	<i>NVA</i>	<i>NNVA</i>	<i>VA</i>
<i>Operation</i>	<i>Pressure compression</i> untuk menyamakan tekanan pada pipa penghubung dan reaktor sintesa		1 menit		v	
<i>Operation</i>	Membuka katup tanki bahan baku untuk mengalirkan bahan baku cair	Proses dilakukan secara paralel	1 menit		v	
<i>Transportation</i>	Mengalirkan bahan baku menuju reaktor sintesa		3 menit		v	
<i>Operation</i>	Membuka katup bahan penolong untuk mengalirkan bahan penolong		1 menit		v	
<i>Transportation</i>	Mengalirkan bahan penolong menuju reaktor sintesa		3 menit		v	
<i>Operation</i>	Membuka katup tanki <i>rework</i> untuk memasukkan larutan Urea	Hanya dilakukan saat <i>rework</i>	5 menit	v		
<i>Operation</i>	Menyesuaikan rasio bahan penolong, bahan baku dan Urea <i>rework</i> dengan membuka dan menutup katup reaktor dan pipa penghubung		4 menit	v		
Total				2	5	0
Prosentase				29%	71%	0%

Berdasarkan Tabel 4.5, diketahui bahwa prosentase aktivitas NVA sebesar 29%, aktivitas NNVA sebesar 71% dan aktivitas VA sebesar 0% pada proses pengaliran. Timbulnya aktivitas NVA disebabkan karena adanya proses *rework* yang dilakukan terhadap produk Urea *defect*.

**Tabel 4. 6 Activity Classification Proses Sintesis**

<i>Kategori</i>	<i>Activity</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Time</i>	<i>NVA</i>	<i>NNVA</i>	<i>VA</i>
<i>Operation</i>	<i>Feed Treating</i> larutan Ammonia dan Karbondioksida		3 menit			v
<i>Operation</i>	Membuka katup Karbamat <i>Container</i>		1 menit		v	
<i>Transportation</i>	Mengalirkan katalis <i>Karbamat liquid</i>		2 menit		v	

**Tabel 4. 6 Activity Classification Proses Sintesis (lanjutan)**

<i>Kategori</i>	<i>Activity</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Time</i>	NVA	NNVA	VA
<i>Operation</i>	<i>Forming Ammonium liquid</i> dengan bantuan katalis karbamat		4 menit			v
<i>Operation</i>	<i>reforming Ammonium liquid</i> dengan bantuan katalis karbamat	Hanya dilakukan saat rework	7 menit	v		
Total				1	2	2
Prosentase				20%	40%	40%

Berdasarkan Tabel 4.6, diketahui bahwa prosentase aktivitas NVA sebesar 20%, aktivitas NNVA sebesar 40% dan aktivitas VA sebesar 40% pada proses sintesis. Timbulnya aktivitas NVA disebabkan karena adanya proses *rework* yang dilakukan terhadap produk Urea *defect*. Aktivitas VA sebesar 60% karena aktivitas memberikan perubahan dan nilai tambah terhadap produk.

**Tabel 4. 7 Activity Classification Proses Dekomposisi**

<i>Kategori</i>	<i>Activity</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Time</i>	NVA	NNVA	VA
<i>Operation</i>	<i>Pressure Compression</i> untuk menyamakan tekanan pipa penghubung dan reaktor purifikasi		1 menit		v	
<i>Transportation</i>	Mengalirkan Ammonium Karbamat menuju reaktor purifikasi		4 menit		v	
<i>Operation</i>	<i>Stripping</i> Karbon Dioksida dengan tekanan rendah		3 menit			v
<i>Operation</i>	<i>Stripping</i> Karbamat dengan tekanan tinggi		2 menit			v
<i>Operation</i>	<i>Stripping</i> Ammina berlebih dengan tekanan tinggi	Hanya dilakukan saat rework	2 menit	v		
Total				1	2	2
Prosentase				20%	40%	40%

Berdasarkan Tabel 4.7, diketahui bahwa prosentase aktivitas NVA sebesar 20%, aktivitas NNVA sebesar 40% dan aktivitas VA sebesar 40% pada proses

dekomposisi. Timbulnya aktivitas NVA disebabkan karena adanya proses *rework* yang dilakukan terhadap produk Urea *defect*, aktivitas VA sebesar 40% karena aktivitas memberikan perubahan dan nilai tambah terhadap produk dan aktivitas NNVA 40% karena adanya proses yang mengakibatkan WIP menunggu untuk diolah.

**Tabel 4. 8 Activity Classification Proses Kristalisasi**

<i>Kategori</i>	<i>Activity</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Time</i>	NVA	NNVA	VA
<i>Transportation</i>	Mengalirkan Urea <i>liquid</i> menuju reaktor kristalisasi		3 menit		v	
<i>Operation</i>	Kristalisasi Urea <i>liquid</i>		5 menit			v
<i>Transportation</i>	Mengalirkan <i>Demin Water</i> menuju reaktor kristalisasi		3 menit		v	
<i>Transportation</i>	Mengalirkan air menuju reaktor kristalisasi		menit		v	
<i>Operation</i>	Pemisahan Urea <i>liquid</i> dan Urea kristal secara sentrifugal		4 menit			v
Total				0	3	2
Prosentase				0%	60%	40%

Berdasarkan Tabel 4.8, diketahui bahwa prosentase aktivitas NVA sebesar 0%, aktivitas NNVA sebesar 60% dan aktivitas VA sebesar 40% pada proses kristalisasi. Aktivitas VA sebesar 40% karena aktivitas memberikan perubahan dan nilai tambah terhadap produk dan aktivitas NNVA 60% karena adanya proses yang mengakibatkan WIP menunggu untuk diolah.

**Tabel 4. 9 Activity Classification Proses Pengeringan**

<i>Kategori</i>	<i>Activity</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Time</i>	NVA	NNVA	VA
<i>Transportation</i>	Perpindahan Urea kristal menuju <i>hopper</i> menggunakan <i>conveyor</i>		1.5 menit		v	
<i>Operation</i>	Membuka Katup <i>Hopper</i>		1 menit		v	
<i>Transportation</i>	Pemindahan Urea kristal dari <i>hopper</i> menuju <i>melter</i>		1.5 menit		v	
<i>Operation</i>	Membuka Katup <i>Nozzle</i>		1 menit		v	
<i>Operation</i>	Peniupan Udara dengan suhu tinggi menuju <i>melter</i> menggunakan <i>nozzle</i>		10 menit			v
Total				0	4	1
Prosentase				0%	80%	20%



Berdasarkan Tabel 4.9, diketahui bahwa prosentase aktivitas NVA sebesar 0%, aktivitas NNVA sebesar 80% dan aktivitas VA sebesar 20% pada proses pengeringan. Timbulnya aktivitas VA sebesar 20% karena aktivitas memberikan perubahan dan nilai tambah terhadap produk dan aktivitas NNVA 80% karena adanya proses pemindahan WIP yang mengakibatkan WIP menunggu untuk diolah.

**Tabel 4. 10 Activity Classification Proses Pendinginan**

<i>Kategori</i>	<i>Activity</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Time</i>	NVA	NNVA	VA
<i>Transportation</i>	Pemindahan Urea kristal menuju <i>prilling tower</i> menggunakan <i>nozzle</i>		5 menit		v	
<i>Operation</i>	Peniupan udara bersuhu rendah menuju <i>prilling tower</i>		28 menit			v
Total				0	1	1
Prosentase				0%	50%	50%

Berdasarkan Tabel 4.10, diketahui bahwa prosentase aktivitas NVA sebesar 0%, aktivitas NNVA sebesar 50% dan aktivitas VA sebesar 50% pada proses pendinginan. Timbulnya aktivitas VA sebesar 50% karena aktivitas memberikan perubahan dan nilai tambah terhadap produk dan aktivitas NNVA 50% karena adanya proses pemindahan WIP yang mengakibatkan WIP menunggu untuk diolah.

**Tabel 4. 11 Activity Classification Proses Penyaringan**

<i>Kategori</i>	<i>Activity</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Time</i>	NVA	NNVA	VA
<i>Transportation</i>	Pemindahan Urea kristal dari <i>prilling tower</i> menuju mesin <i>granulator</i> menggunakan <i>conveyor</i>		2 menit		v	
<i>Operation</i>	Proses granulasi Urea Kristal		6 menit			v
<i>Transportation</i>	Pemindahan Urea kristal dari <i>granulator</i> menuju mesin <i>screener</i>		2 menit		v	
<i>Operation</i>	Pemisahan Urea granul berdasarkan ukuran menggunakan mesin <i>screener</i>		3 menit			v
Total				0	2	2
Prosentase				0%	50%	50%

Berdasarkan Tabel 4.11, diketahui bahwa prosentase aktivitas NVA sebesar 0%, aktivitas NNVA sebesar 50% dan aktivitas VA sebesar 50% pada proses penyaringan. Timbulnya aktivitas VA sebesar 50% karena aktivitas memberikan perubahan dan nilai tambah terhadap produk dan aktivitas NNVA 50% karena adanya proses pemindahan WIP yang mengakibatkan WIP menunggu untuk diolah.

**Tabel 4. 12 Activity Classification Proses Pengemasan**

<i>Kategori</i>	<i>Activity</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Time</i>	<i>NVA</i>	<i>NNVA</i>	<i>VA</i>
<i>Transportation</i>	Urea granul mengalir menuju <i>hopper</i>		2 menit		v	
<i>Operation</i>	Pemasangan karung pada corong		1.5 menit		v	
<i>Operation</i>	Pengisian karung dengan pupuk Urea		3 menit			v
<i>Operation</i>	Melipat, memanaskan dan menjahit bagian atas karung		3 menit			v
<i>Operation</i>	Meletakkan karung pada <i>conveyor</i>		1.5 menit		v	
<i>Operation</i>	Operator penyusun karung menyiapkan <i>pallet</i>		1 menit		v	
<i>Operation</i>	Meletakkan karung pada <i>pallet</i>		1.5 menit		v	
<i>Inspection</i>	Sampling Urea Granul	Dilakukan oleh Dept. Laboratorium	5 menit		v	
<i>Delay</i>	Pergantian Shift	Keterlambatan menyebabkan stasiun kerja <i>idle</i>	10 menit	v		
Total				1	6	2
Prosentase				11%	67%	22%

Berdasarkan Tabel 4.12, diketahui bahwa prosentase aktivitas NVA sebesar 11%, aktivitas NNVA sebesar 67% dan aktivitas VA sebesar 22% pada proses pengemasan. Timbulnya aktivitas NVA disebabkan karena adanya keterlambatan pergantian *shift* oleh salah satu operator, hal ini mengakibatkan lini pengemasan tidak dapat beroperasi. Aktivitas VA sebesar 22% karena aktivitas memberikan perubahan dan nilai tambah terhadap produk dan aktivitas NNVA 67% karena proses pemindahan yang berakibat WIP menunggu untuk diolah.

**Tabel 4. 13 Potensi *Waste* berdasarkan NVA dan NNVA Seluruh Proses**

No.	Kategori	Activity	NVA/NNVA
1	Operation	<i>Pressure compression</i> untuk menyamakan tekanan pada pipa penghubung dan reaktor sintesa	NNVA
2	Operation	Membuka katup tanki bahan baku untuk mengalirkan bahan baku cair	NNVA
3	Transportation	Mengalirkan bahan baku menuju reaktor sintesa	NNVA
4	Operation	Membuka katup bahan penolong untuk mengalirkan bahan penolong	NNVA
5	Transportation	Mengalirkan bahan penolong menuju reaktor sintesa	NNVA
6	Operation	Membuka katup tanki <i>rework</i> untuk memasukkan larutan Urea	NVA
7	Operation	Menyesuaikan rasio bahan penolong, bahan baku dan Urea <i>rework</i> dengan membuka dan menutup katup reaktor dan pipa penghubung	NVA
8	Operation	Membuka katup <i>Karbamat Container</i>	NNVA
9	Transportation	Mengalirkan katalis <i>Karbamat liquid</i>	NNVA
11	Operation	<i>reforming</i> Ammonium <i>liquid</i> dengan bantuan katalis karbamat	NVA
12	Operation	<i>Pressure Compression</i> untuk menyamakan tekanan pipa penghubung dan reaktor purifikasi	NNVA
13	Transportation	Mengalirkan Ammonium Karbamat menuju reaktor purifikasi	NNVA
14	Operation	<i>Stripping</i> Ammina berlebih dengan tekanan tinggi	NVA
15	Transportation	Mengalirkan Urea <i>liquid</i> menuju reaktor kristalisasi	NNVA
16	Transportation	Mengalirkan <i>Demin Water</i> menuju reaktor kristalisasi	NNVA
17	Transportation	Mengalirkan air menuju reaktor kristalisasi	NNVA
18	Transportation	Perpindahan Urea kristal menuju <i>hopper</i> menggunakan <i>conveyor</i>	NNVA
19	Operation	Membuka Katup <i>Hopper</i>	NNVA
20	Transportation	Pemindahan Urea kristal dari <i>hopper</i> menuju <i>melter</i>	NNVA
21	Operation	Membuka Katup <i>Nozzle</i>	NNVA
22	Transportation	Pemindahan Urea kristal menuju <i>prilling tower</i> menggunakan <i>nozzle</i>	NNVA
23	Transportation	Pemindahan Urea kristal dari <i>prilling tower</i> menuju mesin <i>granulator</i> menggunakan <i>conveyor</i>	NNVA
24	Transportation	Pemindahan Urea kristal dari <i>granulator</i> menuju mesin <i>screener</i>	NNVA
25	Transportation	Urea granul mengalir menuju <i>hopper</i>	NNVA
26	Operation	Pemasangan karung pada corong	NNVA
27	Operation	Meletakkan karung pada <i>conveyor</i>	NNVA
28	Operation	Operator penyusun karung menunggu karung tiba dari stasiun penyegelan yang dibawa oleh <i>conveyor</i>	NNVA
29	Operation	Meletakkan karung pada <i>pallet</i>	NNVA
30	Inspection	Sampling Urea Granul	NNVA
31	Delay	Pergantian Shift	NVA

**Tabel 4. 14 Rekapitulasi *Activity Classification* Seluruh Proses**

No.	Proses	Jenis Aktivitas		
		NVA	NNVA	VA
1	Pengaliran	2	5	2
2	Sintesis	1	2	2
3	Dekomposisi	1	2	2
4	Kristalisasi	0	3	2
5	Pengeringan	0	4	1
6	Pendinginan	0	1	1
7	Penyaringan	0	2	2
8	Pengemasan	1	6	2
Total		5	25	14
Persentase		11%	57%	32%

Setelah dilakukannya pengklasifikasian aktivitas pada masing-masing proses yang dilakukan, langkah berikutnya ialah melakukan rekapitulasi terhadap pengklasifikasian aktivitas tersebut. Pada Tabel 4.14 dapat dilihat bahwa prosentase aktivitas NVA sebesar 14%, aktivitas NNVA sebesar 56% dan aktivitas VA sebesar 30%. Dapat dilihat pada Tabel 4.13 bahwa timbulnya aktivitas NNVA sebagian besar dipengaruhi oleh aktivitas *transportation* dan *motion* yang dilakukan. Untuk aktivitas *motion* mayoritas dilakukan oleh pergerakan operator maupun mesin yang digerakkan oleh operator. Timbulnya aktivitas NVA sebesar 14% disebabkan karena adanya pengaruh ketersediaan bahan baku, proses *rework* produk *defect* serta keterlambatan operator dalam pergantian *shift*.

#### 4.2.4 Identifikasi dan Penentuan Waste Kritis dengan BORDA Voting Method

Dalam meningkatkan performansi suatu proses produksi, maka perlu dilakukannya identifikasi dan penanggulangan tingkat pemborosan yang timbul. Dalam penelitian kali ini akan dilakukan identifikasi terhadap pemborosan yang terjadi menggunakan konsep E-DOWNTIME melalui penyebaran kuesioner serta diskusi yang dilakukan pada 4 orang responden yang dianggap ahli pada bidang proses produksi Pupuk Urea. Responden tersebut antara lain *Manager* Pabrik-4, Kepala Bagian Unit Urea Pabrik-4, Wakil Kepala Bagian Unit Urea Pabrik-4 dan Kepala Sesi Urea Pabrik-4. Pada kuesioner tersebut, responden diminta untuk menjelaskan pemborosan yang terjadi pada kondisi eksisting sistem produksi Urea

Pabrik-4. Sedangkan pada proses diskusi, dilakukan penjelasan ulang oleh penulis mengenai tahapan proses, *Supplier*, *Input*, *Process*, *Output* dan *Costumer* menggunakan *SIPOC Diagram*, aliran informasi dan material menggunakan BPM, aliran material untuk tiap aktivitas menggunakan *Flow Process Chart* serta pengklasifikasian aktivitas menggunakan *Activity Classification* yang sebelumnya telah dibuat melalui tahap observasi pada kondisi eksisting proses produksi Pabrik-4. Responden juga diminta untuk memberikan peringkat terhadap jenis pemborosan atau *waste* yang terjadi. Adapun rekap data hasil identifikasi *waste* melalui penyebaran kuesioner ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Melalui *SIPOC Diagram* (Tabel 4.3) dan hasil diskusi yang telah dilakukan, dapat teridentifikasi *waste* dengan jenis *defect* berupa pupuk Urea dengan kandungan Nitrogen, biuret dan besi yang berada di luar batas spesifikasi. Hal ini didapatkan melalui perbandingan antara jenis *input* dan *output* dengan spesifikasi yang dibutuhkan oleh *costumer* disub proses berikutnya pada *SIPOC Diagram* yang telah dibuat. Selain daripada itu berdasarkan hasil penyebaran kuesioner didapatkan potensi *waste transportation* berupa terlalu banyaknya frekuensi pemindahan pengaliran WIP pada satu mesin menuju mesin lain, hal ini turut didukung oleh hasil identifikasi menggunakan *SIPOC Diagram*. Pada *SIPOC Diagram* dapat dilihat terdapat 11 peran *Supplier* dan 9 peran *Costumer*, yang berarti dilakukan aktifitas *transportation* sedikitnya sebanyak 8 kali pada rangkaian proses produksi Pupuk Urea Pabrik-4.

Melalui *Big Picture Mapping*, *Flow Process Chart* serta *Activity Classification* yang telah dilakukan, dapat ditarik hasil identifikasi awal bahwa terjadi potensi *waste* berupa *waiting* dan *transportation*. Hasil identifikasi awal ini kemudian digunakan sebagai acuan penentuan jenis *waste* yang terjadi melalui proses diskusi dan penyebaran kuesioner. Menurut hasil penyebaran kuesioner dan diskusi mempertimbangkan *Big Picture Mapping*, *Flow Process Chart* dan *Activity Classification* yang telah dibuat, dapat diidentifikasi bahwa hanya terjadi 86,5 menit waktu nilai tambah (*Value Added Time*) pada produk dari *cycle time* sebesar 114,5 menit/200 karung. Hal ini menyebabkan *production cycle efficiency* dari lini produksi Urea Pabrik-4 sebesar 0,76%. Berdasarkan hal tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat waktu yang terbuang pada proses produksi

yang dilakukan yang disebabkan oleh transportasi atau perpindahan dari material atau produk setengah jadi pada rantai produksi. Selain daripada itu, dapat diidentifikasi pula *waste* dengan jenis *waiting* yaitu lini produksi yang tidak dapat memproduksi pupuk Urea karena memproses produk *defect* yang dihasilkan, keterlambatan pergantian *shift* serta ketersediaan bahan baku yang ada.

**Tabel 4. 15 Jenis *Waste* berdasarkan 9*Waste* pada Kondisi Eksisting**

No.	Jenis <i>Waste</i>	<i>Waste</i> yang terjadi pada perusahaan
1	<i>Environmental, Health and Safety (EHS)</i>	Terjadi kecelakaan kerja ringan seperti tersandung, tergores atau terbentur. Beberapa pekerja juga ditemui lalai dan tidak menggunakan APD berupa <i>earplug</i> maupun masker yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan sebagai efek jangka panjang
2	<i>Defect</i>	Didapati beberapa produk pupuk Urea yang tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Hal ini berupa kadar N, Biuret dan Fe yang tidak sesuai. Selain daripada itu, didapati pula beberapa karung dari Urea yang telah dikirim baik menuju gudang produk jadi yang pecah
3	<i>Overproduction</i>	Produksi dari pupuk Urea melebihi target yang telah ditentukan. Frekuensi munculnya <i>waste</i> ini sangat jarang
4	<i>Waiting</i>	Waktu tunggu yang muncul akibat adanya <i>shutdown</i> rutin, penyesuaian WIP karena adanya proses <i>rework</i> , <i>breakdown</i> mesin, proses pemenuhan target yang tertunda karena adanya <i>rework</i> dan tidak beroperasinya lini produksi karena ketersediaan bahan baku
5	<i>Not Utilizing Employee Knowledge, Skill and Attitude (KSA)</i>	-
6	<i>Transportation</i>	Lokasi Pabrik-2, Pabrik-3, unit Ammonia Pabrik-4, gudang bahan penolong, serta departemen laboratorium yang relatif jauh. Frekuensi proses pemindahan barang setengah jadi antar stasiun terlalu tinggi.
7	<i>Over Inventory</i>	Menumpuknya produk jadi pada stasiun pengemasan karena interval pengiriman menuju gudang produk jadi yang relatif lama
8	<i>Motion</i>	Adanya proses penyesuaian yang dilakukan oleh <i>control room</i> karena proses <i>rework</i> , adanya proses penyesuaian yang dilakukan oleh <i>control room</i> karena aliran proses
9	<i>Excessive Processing</i>	-

Untuk mendapatkan *waste* atau jenis pemborosan kritis, peneliti menggunakan metode *BORDA Voting Method*. Responden diminta untuk memberikan *ranking* terhadap 9 jenis *waste* yang terjadi pada proses produksi Urea Pabrik-4. Adapun hasil penyebaran kuesioner disajikan pada Tabel 4.16

**Tabel 4. 16 Rekapitulasi Hasil Kuesioner *BORDA***

Jenis Waste	Responden			
	1	2	3	4
<i>Environmental, Health and Safety (EHS)</i>	7	8	7	9
<i>Defect</i>	1	2	1	1
<i>Overproduction</i>	6	5	6	6
<i>Waiting</i>	2	1	2	2
<i>Not Utilizing Employee Knowledge, Skill and Attitude (KSA)</i>	8	7	9	7
<i>Transportation</i>	4	3	5	3
<i>Over Inventory</i>	5	6	4	4
<i>Motion</i>	3	4	3	5
<i>Excessive Processing</i>	9	9	8	7

Keterangan :

- 1 : Peringkat waste dengan dampak dan frekuensi tertinggi
- 9 : Peringkat waste dengan dampak dan frekuensi terendah

Menggunakan data hasil penyebaran kuesioner pada Tabel 4.14, maka perhitungan nilai *BORDA* untuk masing-masing waste dapat dihitung menggunakan persamaan (2.1). Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan nilai *BORDA* untuk waste EHS.

- Nilai *Borda Waste EHS*

$$b_{EHS} = (9 - 7) + (9 - 8) + (9 - 7) + (9 - 8)$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan tersebut, maka nilai *Borda* atau peringkat untuk masing-masing waste menurut data hasil penyebaran kuesioner dapat dilihat pada Tabel 4.17.

**Tabel 4. 17 Penentuan Peringkat Waste berdasarkan *BORDA Voting Method***

Jenis Waste	Responden				Total Nilai	Peringkat
	1	2	3	4		
<i>Environmental, Health and Safety (EHS)</i>	2	1	2	0	5	7, 8
<i>Defect</i>	8	7	8	8	31	1
<i>Overproduction</i>	3	4	3	3	13	6
<i>Waiting</i>	7	8	7	7	29	2
<i>Not Utilizing Employee Knowledge, Skill and Attitude (KSA)</i>	1	2	0	2	5	7, 8
<i>Transportation</i>	5	6	4	6	21	3, 4
<i>Over Inventory</i>	4	3	5	5	17	5

**Tabel 4. 17**Penentuan Peringkat *Waste* berdasarkan *BORDA Voting Method* (lanjutan)

Jenis <i>Waste</i>	Responden				Total Nilai	Peringkat
	1	2	3	4		
<i>Motion</i>	6	5	6	4	21	3, 4
<i>Excessive Processing</i>	0	0	1	2	3	9

Setelah didapatkannya *waste* kritis berupa *defect* dan *waiting* melalui *BORDA Voting Method*, hasil ini kemudian kembali didiskusikan untuk mendapatkan alasan penentuan penanganan dari *waste* kritis. Menurut *manager* produksi Pabrik-4, *waste* berupa *defect* dan *waiting* merupakan *waste* dengan tingkat dampak terbesar. Kedua *waste* kritis ini dianggap sebagai penyebab utama dari timbulnya biaya *overtime* (Tabel 1.1) serta tidak tercapainya target produksi pada tahun 2016 (Gambar 1.6). Hal ini turut diperkuat dengan tingginya frekuensi *rework* yang dilakukan oleh Pabrik-4 (Gambar 1.4). Penentuan penanganan 2 *waste* kritis teratas juga didasari oleh *waste motion* dan *transportation* dianggap tidak terlalu berpengaruh terhadap tingkat *rework* yang dilakukan, selain daripada itu solusi terhadap *waste motion* dan *transportation* berupa merubah tata letak maupun prosedur produksi dianggap tidak memungkinkan karena beberapa mesin pada fasilitas produksi bersifat *built-in* (menggunakan pondasi yang menyatu dengan tanah) sehingga tidak memungkinkan adanya proses pemindahan atau penataan ulang mesin serta keterbatasan lahan mempertimbangkan lokasi Pabrik-4 yang berada ditengah *plant site* Pupuk Kaltim. Tidak adanya upaya penanganan *waste* yang tidak kritis dapat berdampak baik pada proses pemenuhan target produksi sampai dengan finansial perusahaan. Sebagai contoh ialah *waste* kritis *motion* dan *transportion*. Dua jenis pemborosan ini secara tidak langsung berdampak pada *Production Cycle Efficiency* dari unit Urea Pabrik-4. Semakin tinggi frekuensi kemunculan *transportation* dan *motion* maka akan semakin lama *Cycle Time* serta semakin tinggi waktu *non value added* terhadap produk. Hal ini dapat berdampak pada tidak efisiennya suatu fasilitas produksi dalam melakukan proses produksinya. Ketidak efisienan dari suatu rantai produksi dapat menyebabkan pemborosan berupa tidak maksimalnya pemanfaatan jam kerja dan berakibat *loss profit* sampai dengan target produksi yang tidak tercapai.



## **BAB 5**

### **ANALISIS DAN INTEPRETASI DATA**

Bab ini akan menjelaskan mengenai analisis pada hasil identifikasi *waste* kritis yang diperoleh melalui pengolahan SIPOC *Diagram*, *Big Picture Mapping*, *Activity Classification* serta pengolahan data kuesioner menggunakan *BORDA Voting Method*. Akan dibahas pula mengenai analisis lanjutan mengenai penyebab *waste* kritis menggunakan *Root Cause Analysis* dan konsep Analisa Risiko.

#### **5.1 Analisa Waste Kritis Berdasarkan SIPOC Diagram, Big Picture Mapping (BPM), Flow Process Diagram dan Activity Classification**

Pada bagian sebelumnya telah dijelaskan mengenai kondisi eksisting proses produksi Urea yang terjadi pada Pabrik-4 menggunakan beberapa *tools*, antara lain SIPOC *Diagram*, *Big Picture Mapping* dan *Activity Classification* serta pengolahan data kuesioner menggunakan *BORDA Voting Method*. Melalui SIPOC *Diagram* didapatkan gambaran baik secara garis besar maupun tiap-tiap proses mengenai peran dari *supplier* dan *costumer*, proses apa saja yang dilakukan serta *input* yang dibutuhkan dan *output* yang dihasilkan. Dari hasil SIPOC *Diagram* yang telah dibuat, dapat diketahui spesifikasi kandungan untuk setiap *input* maupun *output* proses yang dihasilkan. Seperti data yang telah dicantumkan pada bab sebelumnya, bahwa terdapat banyak produk yang dihasilkan oleh unit Urea Pabrik-4 tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Hal ini dapat dikategorikan sebagai *defect*.

Pada BPM dan *Flow Process Diagram* dapat diketahui bahwa terdapat waktu *non value added* selama 28 menit, waktu *value added* selama 86,5 menit dan *Cycle Time* selama 114,5 menit untuk setiap 200 karung yang diproduksi. Hal ini juga turut didukung oleh data hasil pengolahan menggunakan *activity classification* dengan diidentifikasinya segala jenis aktivitas yang merupakan aktivitas *delay*, *motion* dan *transportation* yang berpotensi menimbulkan adanya pemborosan pada proses produksi dan merupakan aktifitas NVA ataupun NNVA. Dari hasil *activity classification* dapat dilihat bahwa sebagian besar dari aktifitas

NNVA merupakan aktifitas *motion* maupun *transportation*. Aktifitas *motion* maupun *transportation* yang merupakan aktifitas NNVA merupakan rangkaian proses yang diperlukan namun tidak memberi nilai tambah terhadap produk, seperti perpindahan WIP antar stasiun, perpindahan bahan baku, perpindahan bahan penolong, proses membuka dan menutup katup serta proses penyesuaian tekanan pada beberapa reaktor. Sedangkan aktifitas NVA disebabkan oleh dua aktifitas yaitu *Operation* dan *Delay*. Aktifitas NVA *Operation* terjadi apabila fasilitas produksi digunakan untuk memproses produk *rework*. Hal ini menyebabkan terhambatnya pencapaian target produksi yang telah ditetapkan. Aktifitas NVA *Delay* terjadi apabila salah satu operator pada stasiun pengemasan terlambat dalam melakukan pergantian *shift*. Hal ini akan menyebabkan lini pengemasan berhenti beroperasi karena kurangnya operator yang dibutuhkan. Hal ini dapat dikategorikan sebagai *waste waiting*.

## 5.2 Analisa Waste Kritis Berdasarkan BORDA Vothing Method

Berdasarkan hasil observasi secara langsung dan wawancara dengan keempat *expert* dari pihak perusahaan, yaitu Manager Pabrik-4, Kepala Bagian unit produksi IV Urea, wakil Kepala Bagian unit produksi IV Urea dan kepala sesi Urea Pabrik-4 maka didapatkan gambaran awal mengenai kondisi eksisting pada proses produksi Urea Pabrik-4. Hasil observasi serta wawancara ini kemudian dituangkan kedalam kuesioner yang kemudian diberikan kepada *expert* tersebut. Pada kuesioner, responden diminta untuk menggambarkan *waste* yang ada pada kondisi eksisting proses produksi Urea Pabrik-4. Selain itu, responden juga diminta untuk memberikan nilai peringkat terhadap masing-masing *waste*. *Waste* dengan nilai peringkat paling besar dianggap sebagai *waste* dengan tingkat dampak dan frekuensi kemunculan yang paling rendah sedangkan *waste* dengan nilai peringkat paling kecil dianggap sebagai *waste* dengan tingkat dampak dan frekuensi paling tinggi. Pemberian peringkat diisi menurut subyektifitas masing-masing *expert* yang didukung oleh pengalaman pada bidang produksi Urea selama 6 sampai 10 tahun. Menurut hasil kuesioner, dapat diketahui bahwa terdapat dua jenis *waste* yang dianggap tidak ada pada kondisi eksisting, yaitu *Not Utilizing Employee Knowledge, Skill and Attitude* serta *Excessive Processing*. *Waste Not*

*Utilizing Employee Knowledge, Skill and Attitude* tidak ada karena *expert* menganggap pihak manajemen telah mengalokasikan sumber daya manusia sesuai dengan keahlian dan bidangnya masing-masing. Selain daripada itu, *expert* juga menyatakan bahwa tidak adanya kesalahan pada penentuan *job description* masing-masing pekerja. *Waste Excessive Processing* tidak ada pada proses produksi Urea Pabrik-4 karena proses eksisting telah mengikuti prosedur, cara dan ketentuan setiap proses pembuatan Urea sesuai dengan yang telah ditentukan oleh perusahaan.

*Waste* berupa *environmental, health and safety* (EHS) yang dilakukan oleh perusahaan pada kondisi eksisting ialah adanya kecelakaan kerja yang bersifat ringan dan tidak menyebabkan hilangnya jam kerja. Kecelakaan ringan tersebut antara lain, operator tersandung, tergores atau terbentur. Didapati pula beberapa pekerja yang lalai dalam menggunakan APD berupa *earplug* dan *masker* yang dapat berdampak pada kesehatan sebagai efek jangka panjang. Hal ini merupakan salah satu potensi timbulnya *waste* EHS.

*Waste* berupa *defect* pada kondisi eksisting proses produksi Urea Pabrik-4 ialah adanya pupuk dengan kandungan Nitrogen, karbondioksida dan biuret di luar batas spesifikasi. Timbulnya *waste* ini menyebabkan perlu dilakukannya proses *rework* terhadap produk *defect* yang dihasilkan. Adanya proses *rework* menyebabkan fasilitas produksi tidak dapat memproduksi Urea untuk memenuhi target produksi yang telah ditentukan. Selain daripada itu, produk *defect* berupa karung pecah juga didapati pada gudang produk jadi Pupuk Kaltim. Pupuk dengan *defect* berupa karung pecah harus dikirim kembali menuju unit pengemasan untuk dilakukan *proses rework*.

*Waste* berupa *overproduction* juga didapati pada proses produksi Urea Pabrik-4. *Overproduction* memiliki frekuensi yang jarang terjadi. Produk *overproduction* kemudian digunakan sebagai cadangan produk jadi oleh perusahaan untuk memenuhi target produksi pada periode selanjutnya.

*Waste* berupa *waiting* ditemukan pada proses produksi Urea Pabrik-4. *Waste* ini disebabkan karena tingginya frekuensi *rework* yang dilakukan oleh unit Urea Pabrik-4. Fasilitas produksi yang digunakan pada proses *rework* tidak dapat digunakan untuk memproduksi Urea karena jenis proses dan kandungan bahan

baku yang berbeda. Hal ini menyebabkan hilangnya jam kerja yang berdampak pada pemenuhan target produksi yang telah ditentukan. Selain daripada itu, *waiting* juga disebabkan oleh *breakdown* mesin, penyesuaian WIP pada beberapa stasiun, penyesuaian tekanan serta *set up* ulang untuk memproses produk *defect*.

*Waste* berupa *transportation* disebabkan oleh jauhnya jarak tanki Ammonia Pabrik-2, Pabrik-3, Pabrik-4, dan gudang bahan penolong. Hal ini mengakibatkan waktu dalam proses pendistribusian bahan baku dan bahan penolong lebih lama. Selain daripada itu, lokasi dari Departemen Laboratorium juga turut mendukung terjadinya *waste transportation*. Operator *sampling* harus menempuh jarak sekitar 750 meter menggunakan sepeda untuk mendapatkan *sample* dari Pabrik-4 dan membawanya kembali ke laboratorium untuk dilakukan proses uji laboratorium. Hal ini menyebabkan proses inspeksi yang dilakukan menjadi lebih lama.

*Waste* berupa *overinventory* terjadi disebabkan oleh adanya tumpukan produk jadi pada Unit Pengarungan. Hal ini dikarenakan interval pengiriman yang dilakukan oleh truk pengangkut yang cukup lama serta jumlah armada truk yang terbatas. Menurut hasil wawancara, interval antar pengiriman dilakukan setiap 2 sampai 2,5 jam sekali. *Waste* berupa *overinventory* memiliki frekuensi yang jarang terjadi namun dapat berdampak pada kurangnya jumlah *pallet* yang dibutuhkan oleh Unit Pengemasan.

*Waste* terakhir ialah *Motion*. Pada kondisi eksisting, didapati beberapa pemborosan berupa *motion* yang dilakukan oleh operator. *Waste motion* tersebut antara lain ialah adanya proses penyesuaian yang dilakukan oleh *control room* karena proses *rework* serta adanya proses penyesuaian yang dilakukan oleh *control room*.

Setelah dilakukannya identifikasi terhadap *waste* yang terjadi pada proses produksi eksisting, keempat *expert* diminta untuk melakukan penentuan peringkat terhadap *waste* yang terjadi. Peringkat yang telah ditentukan oleh *expert* kemudian diolah menggunakan metode BORDA *Voting Method* untuk mendapatkan *waste* kritis. Berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner menggunakan BORDA *Voting Method* didapatkan bahwa *waste* yang dianggap kritis oleh perusahaan ialah *defect* dan *waiting*. Penentuan *waste* ini turut

didukung oleh hasil observasi dan wawancara yang diolah dan disajikan dalam bentuk SIPOC *Diagram*, BPM serta *Activity Classification* yang ada pada bab sebelumnya.

### **5.3 Analisa Waste Kritis Berdasarkan Root Cause Analysis (5 Why's)**

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai analisa akar penyebab dari masing-masing *waste* kritis yaitu *defect* dan *waiting* menggunakan metode 5 *why's*.

#### **5.3.1 5 Why's Waste Kritis Defect**

Dalam melakukan analisa *waste* kritis *defect*, *defect* dibagi menjadi dua sub *waste* yaitu Urea dengan kandungan Nitrogen, biuret dan Fe dengan nilai kandungan di luar batas spesifikasi serta karung pupuk pecah pada gudang produk jadi. Masing-masing dari sub *waste* tersebut kemudian dianalisa untuk mendapatkan akar penyebab dari masing-masing sub *waste*.

Pada *subwaste* pertama yaitu Urea dengan kandungan Nitrogen, biuret dan Fe dengan nilai kandungan di luar batas spesifikasi didapati bahwa akar permasalahan terletak pada keandalan dari fasilitas produksi yang digunakan. Menurunnya keandalan dari beberapa mesin maupun penunjuk indikator seperti *flowmeter*, *rubber seal*, reaktor sintesis, *seal* pada rangkaian menara *decomposer* yang kurang rapat serta *nozzle* pemanas pada puncak reaktor purifikasi menyebabkan produk yang dihasilkan berada di luar spesifikasi yang telah ditentukan. Menurunnya keandalan ini disebabkan oleh beberapa akar penyebab, antara lain terlambatnya proses *maintenance* yang dilakukan, tidak dilakukannya pengecekan secara rutin terhadap beberapa *part* serta tidak dilakukannya proses *maintenance* terjadwal karena faktor pemenuhan target produksi oleh pihak perusahaan. Tidak dilakukannya pengecekan secara keseluruhan juga turut mendukung menurunnya beberapa komponen mesin. Hal ini disebabkan karena sebagian besar *maintenance* yang dilakukan menggunakan metode *corrective maintenance*. Alasan Pupuk Kaltim penggunaan metode *corrective maintenance* dalam melakukan perawatan fasilitasnya ialah karena sering terjadinya tumpang tindih antara jadwal *maintenance* yang telah ditentukan dengan jadwal pemenuhan target produksi. Selain daripada itu, tidak dilakukannya inspeksi pada

produk WIP juga turut menyebabkan tingginya produk *defect* yang dihasilkan. Tidak dilakukannya inspeksi pada WIP menyebabkan pupuk dengan kandungan di luar batas spesifikasi teridentifikasi ketika produk telah melewati keseluruhan rangkaian proses produksi. Hal ini menyebabkan langkah *corrective* yang dilakukan hanya dapat dilakukan setelah produk telah melewati keseluruhan proses, sehingga menyebabkan lamanya proses *rework* yang dilakukan. Hal ini pula yang menyebabkan jadwal *maintenance* dari Pabrik-4 terganggu oleh proses pemenuhan target produksi karena proses pada produk *defect* tidak dapat dilakukan secara bersamaan dengan proses produksi *non defect*.

*Subwaste* kedua ialah adanya karung pupuk pecah pada gudang produk jadi. Setelah dilakukannya analisis dan wawancara terhadap pihak pergudangan, didapatkan bahwa penyebab utama timbulnya *defect* ini ialah tumpukan dari pupuk yang melebihi standar serta karung yang mengalami benturan ataupun terjatuh. Tumpukan dari pupuk yang melebihi standar yang telah ditentukan disebabkan karena terbatasnya ruang pada gudang produk jadi serta jumlah *pallet* yang tidak mengakomodasi jumlah pupuk yang diproduksi perhari. Terbatasnya ruang pada gudang produk jadi disebabkan oleh tata letak pada gudang produk jadi yang tidak memperhitungkan frekuensi penerimaan serta pengiriman dari pupuk perhari, hal ini berujung pada kesalahan metode penyimpanan yaitu area pupuk dengan frekuensi penerimaan serta pengambilan tertinggi yang diletakkan berjauhan dengan area bongkar muat sehingga menimbulkan risiko pupuk tertabrak maupun terbentur oleh *forklift*. Selain daripada itu, tata letak dari gudang yang tidak diperhitungkannya kemudahan akses serta berkelok-keloknya jalur dari *material handling* pada pupuk dengan frekuensi penerimaan dan pengiriman tertinggi juga turut menimbulkan risiko tertabraknya karung pupuk oleh *forklift* yang digunakan.

**Tabel 5. 1 Analisa 5 Why's Waste Kritis Defect**

Jenis Waste	Jenis sub waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Defect	Kandungan Nitrogen, biuret dan Fe yang tidak sesuai dengan spesifikasi	Ratio bahan baku Ammonia liquid, karbondioksida, dan katalis karbamat tidak sesuai dengan RDPP	Indikator <i>flowmeter</i> yang kurang presisi menyebabkan proses <i>monitoring</i> volume yang dialirkan tidak maksimal	Keandalan dari tangkai anoda serta jarum pengukur pada <i>flowmeter</i> yang rendah	Timbulnya kerak residu pada jarum pengukur serta anoda pada <i>flowmeter</i>	Pembersihan anoda dan jarum pengukur tidak dilakukan secara rutin
			<i>Rubber seal</i> pada katup dari pipa penghubung antara tanki bahan baku dan reaktor mengalami kebocoran	Penggantian dari <i>rubber seal</i> reaktor sintesis yang terlambat		
		Proses dekomposisi pada unit purifikasi tidak berjalan maksimal	Ammonium Karbamat liquid mengandung butiran karbamat kristal	Residu katalis karbamat mengendap pada dinding reaktor sintesis dan membentuk kristal	Pembersihan dinding reaktor sintesis tidak dilakukan secara rutin	Jadwal <i>maintenance</i> yang saling tumpang tindih dengan jadwal pemenuhan target produksi
			Penurunan suhu pada rangkaian menara <i>decomposer</i> tidak sesuai dengan ketentuan	<i>Seal</i> pada penghubung rangkaian menara <i>decomposer</i> kurang rapat sehingga mengalami kebocoran	Tidak dilakukannya pengecekan rutin terhadap menara <i>decomposer</i>	
		Karbamat terkontaminasi karbondioksida berlebih pada proses sintesis	Suhu pada puncak reaktor purifikasi turun melewati batas yang ditentukan (200°C)	<i>Nozzle</i> pemanas pada puncak reaktor purifikasi tersumbat oleh kerak hasil proses sintesis	Tidak dilakukannya pembersihan <i>nozzle</i> secara rutin	
		Inspeksi tidak dilakukan pada produk WIP	<i>Sampling</i> hanya dilakukan pada produk jadi	Interval <i>sampling</i> yang dilakukan yaitu 200 karung/inspeksi	Waktu yang digunakan pada proses inspeksi terlalu lama dengan estimasi mencapai 2,5 jam	Inspeksi yang dilakukan departemen laboratorium masih menggunakan metode uji kimia

**Tabel 5. 1Analisa 5 Why's Waste Kritis Defect (lanjutan)**

Jenis Waste	Jenis sub waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
			Keterbatasan akses operator inspeksi dalam mendapatkan <i>sample</i> WIP	Proses pengambilan <i>sample</i> mengganggu proses kimia yang sedang berjalan		
	Karung pupuk pecah pada gudang produk jadi	Tumpukan dari pupuk yang melebihi standar	Jumlah <i>pallet</i> pada gudang produk jadi tidak mengakomodasi jumlah pupuk yang diproduksi perhari	Terlambatnya pengiriman yang dilakukan baik pada produk Urea maupun produk lain	Lamanya proses verifikasi yang dilakukan oleh Departemen Keuangan	
			Terbatasnya ruang pada gudang produk jadi		Cuaca buruk	
		Karung mengalami benturan atau terjatuh	Pupuk tertabrak <i>forklift</i>	Operator kurang berhati-hati		
				Karung pupuk berada di luar area penyimpanan	Terbatasnya ruang pada gudang produk jadi	Tata letak pada gudang produk jadi yang kurang baik
				Jalur <i>forklift</i> terlalu berkelok-kelok	Sistem penyimpanan dan pengambilan barang yang kurang baik	
				Operator melakukan pemindahan dengan cara melempar, membanting atau menyeret karung		



### 5.3.2 5 Why's Waste Kritis Waiting

Dalam melakukan analisa *waste* kritis *waiting*, *waiting* dibagi menjadi tiga sub *waste* yaitu menunggu fasilitas produksi memproses produk *rework*, menunggu proses pergantian *part* dan komponen mesin serta menunggu atau melakukan proses *start up* ulang. Masing-masing dari sub *waste* tersebut kemudian dianalisa untuk mendapatkan akar penyebab dari masing-masing sub *waste*.

*Subwaste* pertama pada *waste waiting* ialah menunggu fasilitas produksi memproses produk *rework*. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan jenis proses serta kandungan bahan baku dan bahan penolong yang digunakan oleh proses *rework* produk *defect* dengan proses produksi produk *non defect*. Hal ini menyebabkan fasilitas produksi harus menunggu sampai dengan produk *defect* selesai menjalani proses *rework*. Dalam keadaan ini, Pabrik-4 dianggap tidak melakukan proses produksi karena terbuangnya waktu yang seharusnya digunakan sebagai proses produksi. Akar penyebab utama dari *subwaste waiting* ini ialah tingginya produk Urea *defect* yang dihasilkan sehingga menyebabkan Pabrik-4 tidak dapat melakukan kegiatan operasional dan memenuhi target produksi yang telah ditentukan sebelumnya. Hal ini berujung pada tidak terpenuhinya target produksi bulanan yang telah ditentukan.

*Subwaste* kedua pada *waste waiting* ialah menunggu proses pergantian *part* atau komponen mesin. Hal ini disebabkan oleh dua faktor yaitu proses *maintenance* terjadwal melebihi waktu yang telah ditentukan dan pergantian *part* yang tidak sesuai jadwal *maintenance*. Mundurnya penyelesaian *maintenance* terjadwal sendiri disebabkan karena tingginya frekuensi *breakdown* mesin yang tidak diperkirakan sebelumnya, hal ini menyebabkan perlu dilakukannya penggantian *part* atau komponen mesin yang seharusnya tidak dilakukan. Dampak dari kejadian ini ialah waktu proses produksi Pabrik-4 menjadi mundur dikarenakan harus menunggu proses *maintenance* terjadwal selesai dilakukan. Selain daripada itu, kerusakan pada *part* maupun komponen mesin di luar jadwal *maintenance* juga sering terjadi. Hal ini disebabkan karena tidak dilakukannya pengecekan rutin terhadap keandalan baik pada mesin maupun komponen kritis dari mesin tersebut yang berujung pada tingginya frekuensi *breakdown* mesin di

luar estimasi. Penyebab utama dari *sub waste* ini ialah tidak dilakukannya *preventive maintenance* dan pengendalian terhadap keandalan dari mesin pada Pabrik-4.

*Subwaste* ketiga pada *waste waiting* ialah menunggu atau melakukan proses *start up* ulang. Hal ini jarang sekali terjadi dan hanya terjadi apabila stok bahan penolong pada tanki utilitas telah habis. Habisnya stok bahan penolong ini disebabkan oleh terlambatnya pengiriman yang dilakukan oleh gudang penolong dikarenakan masih dilakukannya pengecekan kualitas dari bahan penolong yang akan digunakan oleh Departemen Laboratorium. Selain daripada itu, proses *start up* ulang juga perlu dilakukan apabila bahan baku yang digunakan pada Pabrik-4 habis. Hal ini disebabkan karena tidak beroperasinya Unit Ammonia Pabrik-4 dikarenakan sedang berjalannya program *Turn Around* pada unit yang bersangkutan. Pabrik-2 dan Pabrik-3 hanya melakukan pengiriman Ammonia menuju Pabrik-4 apabila sedang diadakan proses *Turn Around* pada Unit Ammonia Pabrik-4. Namun tetap tidak menutup kemungkinan bahwa terjadi keterlambatan pengiriman pada keadaan riil. Hal ini disebabkan karena penyetujuan dari berkas transfer bahan baku yang memakan waktu terlalu lama.

**Tabel 5. 2 Analisa 5 Why's Waste Kritis Waiting**

Jenis Waste	Jenis sub waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Waiting	Menunggu fasilitas produksi memproses produk <i>rework</i>	Tingginya frekuensi <i>rework</i> yang dilakukan	Banyaknya pupuk Urea <i>defect</i> yang dihasilkan			
		Produk <i>rework</i> dan produk non <i>rework</i> tidak dapat diproses pada waktu yang sama	Perbedaan jenis proses produksi			
	Menunggu proses pergantian <i>part</i> dan komponen mesin	Proses <i>maintenance</i> terjadwal melebihi waktu yang telah ditentukan	Penggantian <i>part</i> atau komponen mesin melebihi estimasi	<i>Part</i> atau komponen mesin rusak lebih cepat dari <i>lifetime</i> estimasi	Tidak dilakukannya <i>preventive maintenance</i>	
		Pergantian <i>part</i> dan komponen mesin di luar jadwal <i>maintenance</i>	Tingginya frekuensi <i>breakdown</i> mesin di luar estimasi	Tidak dilakukan pengecekan rutin terhadap mesin		
	Menunggu atau melakukan proses <i>start up</i> ulang	Stok bahan penolong pada tanki utilitas telah habis	Pengiriman yang dilakukan oleh gudang bahan penolong terlambat	Masih dilakukannya pengecekan kualitas dari bahan penolong oleh Departemen Laboratorium		
		Stok pada tanki bahan baku Ammonia Pabrik-4 habis	Unit Ammonia Pabrik-4 tidak melakukan produksi	Dilakukan <i>Trun Around</i> pada unit Ammonia Pabrik-4		
			Keterlambatan pengiriman bahan baku oleh unit produksi Ammonia Pabrik-2 dan Pabrik 3	Proses penyetujuan berkas transfer bahan baku memakan waktu lama		

#### 5.4 Analisa *Waste* Kritis Berdasarkan Konsep Analisa Risiko

Pada subbab ini akan dilakukan analisis pada masing-masing *waste* kritis, yaitu *defect* dan *waiting* menggunakan konsep Analisa Risiko. Pihak perusahaan akan dilibatkan dalam menentukan *rating* atau nilai keparahan dampak (*consequences*) dan frekuensi kemunculan (*likelihood*) dari masing-masing akar permasalahan yang telah didapatkan dari hasil analisis RCA sebelumnya melalui kuesioner yang telah disebar. Adapun skala penentuan *rating severity* dan *likelihood* yang digunakan ditentukan melalui hasil diskusi dengan *manager* Unit produksi Urea Pabrik-4. *Rating severity* dan *likelihood* yang didapatkan dari hasil diskusi tersebut disajikan pada tabel 5.3-6.

**Tabel 5. 3 Skala *Rating Likelihood* Seluruh *Waste* Kritis**

<i>Likelihood</i>	<i>Description</i>	<i>Value</i>
<i>Rare</i>	Terjadi dalam rentang waktu tahunan	1
<i>Unlikely</i>	Terjadi 1 kali dalam 1 tahun	2
<i>Possible</i>	Terjadi 1 kali dalam 1 bulan	3
<i>Likely</i>	Terjadi 1 kali dalam 1 minggu	4
<i>Almost Certain</i>	Terjadi 1 kali atau lebih dalam 1 hari	5

Pada *waste* kritis *waiting* dan *defect*, *rating likelihood* yang digunakan mengacu pada frekuensi kemunculan dari akar penyebab *waste* kritis. Frekuensi ini kemudian dibagi menjadi beberapa rentang waktu yaitu tahunan, bulan, minggu sampai dengan hari. Dapat dilihat pada Tabel 5.3 bahwa *rating likelihood* dengan nilai terkecil yaitu 1 dimiliki oleh penyebab *waste* kritis yang muncul sekali dalam rentang waktu lebih dari satu tahun sedangkan nilai tertinggi yaitu 5 dimiliki oleh penyebab *waste* kritis dengan frekuensi kemunculan yang pasti yaitu satu kali atau lebih dalam satu hari.

**Tabel 5. 4 Skala *Rating Consequence* *Waste* Kritis *Waiting***

<i>Consequences</i>	<i>Description</i>	<i>Value</i>
<i>Insignificant</i>	Tidak mempengaruhi waktu proses produksi	1
<i>Minor</i>	Mempengaruhi waktu proses produksi namun dapat diasumsikan tidak ada atau diabaikan	2
<i>Moderate</i>	Menyebabkan keterlambatan pada proses produksi selama 15-60 menit	3

<i>Consequences</i>	<i>Description</i>	<i>Value</i>
<i>Major</i>	Menyebabkan keterlambatan pada proses produksi selama 1-3 jam	4
<i>Catastrophic</i>	Menyebabkan keterlambatan pada proses produksi selama lebih dari 3 jam	5

Pada *waste kritis waiting*, *rating consequences* yang digunakan mengacu pada keterlambatan yang disebabkan oleh akar penyebab *waste* kritis. Keterlambatan ini kemudian dibagi dalam rentang waktu dengan skala yang telah ditentukan oleh perusahaan menggunakan acuan keterlambatan proses produksi terlama yang pernah terjadi akibat suatu kejadian. Dapat dilihat pada Tabel 5.4 bahwa *rating consequences* terendah yaitu 1 dimiliki oleh akar penyebab *waste* dengan dampak keterlambatan yang dianggap tidak mempengaruhi proses produksi, sedangkan *rating* yaitu 5 dimiliki oleh akar penyebab *waste* dengan dampak keterlambatan proses produk lebih dari 3 jam.

**Tabel 5. 5 Skala *Rating Consequence Waste Kritis Defect***

<i>Consequences</i>	<i>Description</i>	<i>Value</i>
<i>Insignificant</i>	Tidak mempengaruhi waktu proses produksi dan tidak menyebabkan <i>overtime</i>	1
<i>Minor</i>	Mempengaruhi waktu proses produksi dan menyebabkan <i>overtime</i> < 1 jam dalam satu minggu	2
<i>Moderate</i>	Mempengaruhi waktu proses produksi dan menyebabkan <i>overtime</i> 1-5 jam dalam satu minggu	3
	<i>Rework</i> dilakukan pada 10-15% dari total produksi dalam 1 bulan	
<i>Major</i>	Mempengaruhi waktu proses produksi dan menyebabkan <i>overtime</i> 5-8 jam dalam satu minggu	4
	<i>Rework</i> dilakukan pada 16-30% dari total produksi dalam 1 bulan	
<i>Catastrophic</i>	Mempengaruhi waktu proses produksi dan menyebabkan <i>overtime</i> > 8 jam dalam satu minggu	5
	<i>Rework</i> dilakukan pada >31% dari total produksi dalam 1 bulan	

Pada *waste kritis defect*, *rating consequences* yang digunakan mengacu pada *overtime* serta banyaknya produk yang harus diproses ulang atau *rework* yang disebabkan oleh akar penyebab *waste* kritis. *Overtime* serta tingkat *rework* ini kemudian diklasifikasikan dengan skala yang telah ditentukan oleh perusahaan

menggunakan acuan rata-rata tertinggi *overtime* yang pernah dilakukan dalam satu minggu yaitu 8 jam serta tingkat *rework* tertinggi yang pernah dilakukan dalam satu bulan yaitu 30% dari total produksi. Dapat dilihat pada Tabel 5.5 bahwa *rating consequences* terendah yaitu 1 dimiliki oleh akar penyebab *waste* dengan dampak yang dapat diabaikan pada *overtime* maupun tingkat *rework* yang dilakukan, sedangkan *rating consequences* tertinggi yaitu 5 dimiliki oleh akar penyebab *waste* dengan dampak *overtime* lebih dari 8 jam dalam satu minggu atau tingkat *rework* sebesar lebih dari 30% dari total produk yang dihasilkan.

Setelah ditentukan kriteria *rating* untuk *likelihood* dan *consequence* masing-masing *waste* kritis, dibuatlah rancangan kuesioner Analisa Risiko yang bertujuan untuk mengetahui nilai *Risk Rating* dari masing-masing akar permasalahan. Akar permasalahan dengan nilai *Risk Rating* tertinggi kemudian dijadikan acuan pembuatan rekomendasi perbaikan yang diharapkan mampu membuat proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien. Dalam penelitian ini, responden dari kuesioner Analisa Risiko hanya 1 orang, yaitu *manager* Pabrik-4 yang dianggap sebagai *expert* dalam bidang produksi pupuk Urea.

#### 5.4.1 Perhitungan Risk Rating Waste Kritis Defect

Pada kuesioner Analisa Risiko yang digunakan, memuat penilaian mengenai *likelihood* serta *consequence* dari seluruh akar penyebab yang ada pada *waste* kritis. Nilai dari *likelihood* dan *consequence* ini kemudian digunakan untuk mendapatkan nilai *risk rating* yang merupakan hasil perkalian dari kedua faktor tersebut. Hasil dari *risk rating* tersebut kemudian dipetakan pada matriks peta risiko (Gambar 2.6) untuk mendapatkan prioritas penanganan dari akar penyebab *waste* kritis yang didapatkan.

Pada Tabel 5.6 disajikan rekap hasil kuesioner untuk *waste* kritis *defect*. Pada hasil rekap dan perhitungan yang ada, dapat dilihat bahwa terdapat 5 akar penyebab *waste* kritis dengan nilai *Risk Score* paling tinggi, yaitu timbulnya produk *defect* berupa Urea dengan kandungan di luar batas spesifikasi yang disebabkan oleh terlambatnya proses penggantian *part* dari mesin, tidak dilakukannya pengecekan rutin terhadap keandalan dari mesin yang ada pada fasilitas produksi serta proses *maintenance* yang tidak bisa dilakukan karena

bersamaan dengan jadwal pemenuhan target produksi. *Risk Score* tertinggi kedua ialah timbulnya *defect* berupa karung pecah pada gudang produk jadi yang disebabkan karung tertabrak oleh *forklift*, hal ini mengacu pada tata letak serta sistem penyimpanan dan pengambilan barang pada gudang produk jadi yang dianggap kurang optimal. Selain daripada itu, kesalahan operator yang kurang berhati-hati dalam melakukan pemindahan karung secara manual juga turut menyebabkan pecahnya karung pada gudang produk jadi. Sedangkan nilai dengan *Risk Score* paling rendah ada pada akar penyebab inspeksi pada WIP tidak dapat dilakukan karena proses pengambilan *sample* akan mengganggu proses kimia yang berlangsung. Hal ini disebabkan karena keterbatasan akses operator terhadap WIP, prosedur keselamatan operator serta WIP yang tidak dapat bersentuhan langsung dengan udara maupun lingkungan yang ada di luar reaktor karena dapat menyebabkan kontaminasi terhadap kandungan dari pupuk yang dihasilkan.

**Tabel 5. 6 Rekap Kuesioner Analisa Risiko *Waste Kritis Defect***

<i>Waste</i>	<i>Potential risk</i>	<i>Risk Effect (Consequences)</i>	<i>Consequences</i>	<i>Potential Risk Cause (Likelihood)</i>	<i>Likelihood</i>	<i>Risk Score</i>	<i>Risk Rating</i>
<i>Defect</i>	Kandungan N, biuret dan Fe yang tidak sesuai dengan spesifikasi	Pupuk Urea dengan kadar N, biuret dan Fe di luar batas tolerensi dari spesifikasi dikirim kembali menuju Pabrik-4 untuk dilakukan proses <i>rework</i> mulai dari proses <i>sintesis</i> , <i>dekomposisi</i> , sampai dengan pengurangan	5	Terlambatnya pembersihan <i>anoda</i> dan jarum <i>flowmeter</i>	4	20	E
			5	Penggantian dari <i>rubber seal</i> reaktor sintesis yang terlambat	4	20	E
			5	Jadwal <i>maintenance</i> yang saling tumpang tindih dengan jadwal pemenuhan target produksi	4	20	E
			5	Tidak dilakukannya pengecekan rutin terhadap menara <i>decomposer</i>	4	20	E
			5	Tidak dilakukannya pembersihan <i>nozzle</i> secara rutin	4	20	E
			2	Inspeksi yang dilakukan departemen laboratorium masih menggunakan metode uji kimia	3	6	M
			2	Proses pengambilan sample mengganggu proses kimia yang sedang berjalan	1	2	L



**Tabel 5. 6**Rekap Kuesioner Analisa Risiko *Waste* Kritis *Defect* (lanjutan)

<i>Waste</i>	<i>Potential risk</i>	<i>Risk Effect (Consequences)</i>	<i>Consequences</i>	<i>Potential Risk Cause (Likelihood)</i>	<i>Likelihood</i>	<i>Risk Score</i>	<i>Risk Rating</i>
	Karung pupuk pecah pada gudang produk jadi dan gudang penyangga	Pupuk Urea yang didapati pecah pada baik gudang penyangga, gudang produk jadi maupun pada proses pendistribusiannya dikirimkan kembali menuju Pabrik-4 untuk dilakukan proses pengemasan ulang	2	Lamanya proses verifikasi yang dilakukan oleh Departemen Keuangan	2	4	M
			2	Cuaca buruk menyebabkan pengiriman tertunda	2	4	M
			3	Operator kurang berhati-hati	4	12	H
			3	Tata letak pada gudang produk jadi yang kurang baik	4	12	H
			3	Sistem penyimpanan dan pengambilan barang yang kurang baik	4	12	H
			2	Operator melakukan pemindahan dengan cara melempar, membanting atau menyeret karung	5	10	H

#### 5.4.2 Perhitungan Risk Rating Waste Kritis Waiting

Penilaian *risk score* berikutnya dilakukan pada *waste kritis waiting*. Sama dengan yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, responden diminta untuk menilai *consequence* dan *likelihood* untuk setiap akar penyebab terjadinya *waste kritis*. Pada Tabel 5.7 disajikan rekap hasil kuesioner untuk *waste kritis waiting*. Akar penyebab dengan nilai *risk score* paling tinggi dimiliki oleh akar penyebab menunggu fasilitas produksi memproses produk *rework* yang disebabkan oleh dua akar penyebab yaitu tingginya frekuensi *rework* yang dilakukan serta tidak samanya proses maupun bahan baku dan bahan penolong yang digunakan antara proses *rework* dengan proses produksi Urea. Kedua potensi akar penyebab *waste kritis* ini dianggap sama oleh pihak perusahaan karena saling berhubungan satu sama lain. Tingginya jumlah pupuk Urea *defect* yang dihasilkan menyebabkan unit Urea Pabrik-4 tidak dapat memproduksi pupuk Urea untuk memenuhi target produksi karena melakukan proses *rework* pada produk *defect*, hal ini disebabkan karena perbedaan jenis proses antara pupuk *rework* dan pupuk non *rework*. *Waste kritis* dengan *Risk Rating* tertinggi kedua ialah menunggu proses penggantian *part* dan komponen mesin yang disebabkan oleh dua akar penyebab *waste kritis*, yaitu tidak dilakukannya *preventive maintenance* dan tidak dilakukannya pengecekan rutin terhadap keandalan mesin pada fasilitas produksi. Kedua hal ini berujung pada mundurnya waktu penyelesaian *maintenance* terjadwal serta tingginya frekuensi *breakdown* mesin di luar ekspektasi. Hal ini menyebabkan waktu produksi dari unit Urea Pabrik-4 menjadi berkurang maupun mundurnya waktu produksi yang dilakukan. *Waste kritis* dengan nilai *Risk Rating* paling rendah yaitu menunggu ataupun melakukan proses *start up* ulang pada fasilitas produksi dengan akar penyebab masih dilakukannya pengecekan kualitas dari bahan penolong oleh Departemen Laboratorium. Frekuensi dari akar penyebab *waste kritis* ini sangat jarang terjadi karena stok dari bahan baku maupun bahan penolong yang ada pada tanki penyimpanan selalu diperiksa secara harian dan telah memiliki *safety stock* yang dapat memenuhi kebutuhan produksi selama 2 *shift* atau 18 jam. Berikut merupakan hasil pengolahan nilai *risk rating* untuk *waste kritis Waiting*.

**Tabel 5. 7 Rekap Kuesioner Analisa Risiko *Waste* Kritis *Waiting***

<i>Waste</i>	<i>Potential risk</i>	<i>Risk Effect (Consequences)</i>	<i>Consequences</i>	<i>Potential Risk Cause (Likelihood)</i>	<i>Likelihood</i>	<i>Risk Score</i>	<i>Risk Rating</i>
<i>Waiting</i>	Menunggu fasilitas produksi memproses produk <i>rework</i>	Unit Urea Pabrik-4 tidak dapat memenuhi target produksi karena proses produksi yang terhambat. Fasilitas produksi tetap berjalan namun untuk memproses produk <i>rework</i>	5	Banyaknya pupuk Urea <i>defect</i> yang dihasilkan	5	25	E
			5	Perbedaan jenis proses antara pupuk <i>rework</i> dan non <i>rework</i>	5	25	E
	Menunggu proses pergantian <i>part</i> dan komponen mesin	Dilakukannya <i>shutdown</i> pada Urea Pabrik-4 sehingga proses produksi tidak dapat berjalan	4	tidak dilakukannya <i>preventive maintenance</i> oleh pihak pemeliharaan	3	12	H
			4	Tidak dilakukan pengecekan rutin terhadap mesin	3	12	H
	Menunggu atau melakukan proses <i>start up</i> ulang	Proses <i>start up</i> terhambat atau harus dilakukan kembali	2	Masih dilakukannya pengecekan kualitas dari bahan penolong oleh Departemen Laboratorium	1	2	L
			5	dilakukan <i>Turun Around</i> pada unit Ammonia Pabrik-4	2	10	H
			2	Proses penyetujuan berkas transfer bahan baku memakan waktu lama	2	4	M

## 5.5 Penentuan Alternatif Perbaikan

Setelah dilakukannya penilaian risiko untuk menentukan prioritas penanganan dari masing-masing *waste* kritis, didapatkan akar penyebab *waste* dengan nilai *Risk Score* dari masing-masing akar penyebab. Nilai *Risk Score* tersebut dijadikan acuan dalam menentukan alternatif perbaikan. Sebelum dilakukannya penentuan alternatif, terlebih dahulu dilakukan diskusi dengan *manager* Pabrik-4. Diskusi dilakukan untuk menangkap kebutuhan dari perusahaan akan penentuan alternatif perbaikan yang akan diusulkan. Penentuan alternatif perbaikan akar penyebab *waste* didasari oleh nilai *Risk Score* tertinggi serta subyektifitas dari pihak perusahaan. Pada Tabel 5.9 ditunjukkan usulan alternatif perbaikan yang telah disepakati oleh pihak perusahaan maupun peneliti.

**Tabel 5. 8 Usulan Rekomendasi Perbaikan**

Waste	<i>Potential Risk Cause (Likelihood)</i>	<i>Risk Score</i>	Rekomendasi Perbaikan	
			<i>Preventive Maintenance</i>	Investasi <i>Pallet Rack</i>
<i>Defect</i>	Terlambatnya pembersihan <i>anoda</i> dan jarum <i>flowmeter</i>	20	v	
<i>Defect</i>	Penggantian dari <i>rubber seal</i> reaktor sintesis yang terlambat	20	v	
<i>Defect</i>	Jadwal <i>maintenance</i> yang saling tumpang tindih dengan jadwal pemenuhan target produksi	20	v	
<i>Defect</i>	Tidak dilakukannya pengecekan rutin terhadap menara <i>decomposer</i>	20	v	
<i>Defect</i>	Tidak dilakukannya pembersihan <i>nozzle</i> secara rutin	20	v	
<i>Defect</i>	Operator kurang berhati-hati	12	-	-
<i>Defect</i>	Tata letak pada gudang produk jadi yang kurang baik	12		v
<i>Defect</i>	Sistem penyimpanan dan pengambilan barang yang kurang baik	12		v
<i>Defect</i>	Operator melakukan pemindahan dengan cara melempar, membanting atau menyeret karung	10	-	-
<i>Waiting</i>	Banyaknya pupuk Urea <i>defect</i> yang dihasilkan	25	v	v
<i>Waiting</i>	Perbedaan jenis proses antara pupuk <i>rework</i> dan non <i>rework</i>	25	-	-
<i>Waiting</i>	tidak dilakukannya <i>preventive maintenance</i> oleh pihak pemeliharaan	12	v	
<i>Waiting</i>	Tidak dilakukan pengecekan rutin terhadap mesin	12	v	
<i>Waiting</i>	dilakukan <i>Turun Around</i> pada unit Ammonia Pabrik-4	10	-	-

## **BAB 6**

### **RANCANGAN TEKNIS REKOMENDASI PERBAIKAN**

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai rancangan teknis dan analisis biaya dari rekomendasi perbaikan yang akan diberikan kepada perusahaan, yakni penjadwalan *preventive maintenance* dan investasi *pallet rack* gudang produk jadi.

#### **6.1 Perancangan Penjadwalan *Preventive Maintenance***

Rekomendasi perbaikan pertama yang diusulkan agar dapat mengatasi permasalahan pada Unit Urea Pabrik-4 ialah dengan adanya penjadwalan *preventive maintenance*. Penjadwalan ini diharapkan dapat mengurangi jumlah mesin yang *breakdown* sehingga biaya perbaikan dan *loss production* dapat ditekan serta mampu menjaga keandalan dari suatu mesin atau alat produksi agar tetap menghasilkan produk dengan kualitas dan spesifikasi yang diharapkan. Penjadwalan *preventive maintenance* ini juga diharapkan mampu mengatasi permasalahan berupa produk *defect* yaitu pupuk dengan kandungan di luar batas spesifikasi dan menimbulkan aktifitas *rework* dan mampu menekan aktifitas tersebut menjadi seminimal mungkin. Berdasarkan hal tersebut, diharapkan pula dapat menghilangkan permasalahan berupa tidak tercapainya target produksi yang disebabkan oleh hilangnya waktu produksi akibat memproses produk *defect* yang dihasilkan.

##### **6.1.1 Rancangan Teknis Penjadwalan *Preventive Maintenance***

Perancangan penjadwalan ini mengacu pada *Mean Time to Failure* (MTTF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) dari mesin maupun *part* mesin yang dianggap kritis. Mesin dikategorikan sebagai mesin kritis apabila mengalami kerusakan minimal 2 kali pada tahun 2016 atau merupakan *part* atau mesin utama yang akan menghentikan proses produksi apabila mengalami kerusakan. Pada Tabel 6.1 telah disajikan mesin yang dianggap kritis beserta data MTTF dan MTTR dari setiap mesin yang didapatkan melalui laporan *maintenance* tahun 2016 yang dilakukan oleh Departemen Pemeliharaan.

**Tabel 6. 1 Rekap MTTF dan MTTR Mesin Kritis Tahun 2016**

Kode Mesin	Nama Mesin	MTTF	MTTR
CG412A	<i>Rubber Gasket Pipa Penghubung</i>	87,2	2,75
GR225N	<i>Pressure Gate Anode</i>	182,8	4,7
CG255	Flowmeter	196,7	5,2
CG447R	Granulator	352,4	21,2
M008	<i>Seal rangkaian reaktor decomposer</i>	699,2	78,2
M029	<i>Nozzle Vacum Tanki Reaktor Purifikasi</i>	782,5	63
M1A22	<i>Rotor Feed Treator Sintesa</i>	1.824	176,3
M1A73B	<i>De/Reformer pan block</i>	3.225	224,8

Berdasarkan data MTTF dan MTTR yang didapatkan, dilakukan perancangan suatu penjadwalan preventive maintenance sederhana selama satu tahun ke depan. Perancangan ini dilakukan dengan bantuan *software* Microsoft Excel. Adapun rancangan penjadwalan yang telah dibuat ditunjukkan pada Tabel 6.2

**Tabel 6. 2 Perancangan Penjadwalan *Preventive Maintenance***

<i>Maint.</i>	<i>Time at</i>	<i>Duration</i>	<i>Day</i>	<i>Hour</i>	CG412A	GR225N	CG225	CG447R	M008	M029	M1A22	M1A73B
1	87,2	2,75	4	15,2	v							
2	177,15	2,75	8	9,15	v							
3	188,3	4,7	8	20,3		v						
4	206,9	5,2	9	14,9			v					
5	277	2,75	12	13	v							
6	366,95	2,75	16	6,95	v							
7	373,3	21,2	16	13,3				v				
8	407,7	4,7	17	23,7		v						
9	440,2	5,2	19	8,2			v					
10	488	2,75	21	8	v							
11	577,95	2,75	25	1,95	v							
12	605,9	4,7	26	5,9		v						
13	652,3	5,2	28	4,3			v					
14	677,8	2,75	29	5,8	v							
15	767,75	2,75	32	23,75	v							
16	772,1	78,2	33	4,1					v			
17	855,9	21,2	36	15,9				v				

**Tabel 6. 2 Perancangan Penjadwalan *Preventive Maintenance* (lanjutan)**

<i>Maint.</i>	<i>Time at</i>	<i>Duration</i>	<i>Day</i>	<i>Hour</i>	CG412A	GR225N	CG225	CG447R	M008	M029	M1A22	M1A73B
18	903,5	4,7	38	15,5		v						
19	959,5	63	40	23,5						v		
20	1024,8	2,75	43	16,8	v							
21	1029,55	5,2	43	21,55			v					
22	1119,95	2,75	47	15,95	v							
23	1164,7	4,7	49	12,7		v						
24	1214,6	2,75	51	14,6	v							
25	1241,65	5,2	52	17,65			v					
26	1309,75	2,75	55	13,75	v							
27	1323,3	21,2	56	3,3				v				
28	1384,1	4,7	58	16,1		v						
29	1425,6	2,75	60	9,6	v							
30	1474,95	5,2	62	10,95			v					
31	1520,75	2,75	64	8,75	v							
32	1582,3	4,7	66	22,3		v						
33	1615,4	2,75	68	7,4	v							
34	1687,05	5,2	71	7,05			v					
35	1710,55	2,75	72	6,55	v							
36	1716,5	78,2	72	12,5					v			
37	1805,9	21,2	76	5,9				v				
38	1879,9	4,7	79	7,9		v						
39	1904,6	2,75	80	8,6	v							
40	1989,95	63	83	21,95						v		
41	2057,55	2,75	86	17,55	v							
42	2064,3	5,2	87	0,3			v					
43	2141,1	4,7	90	5,1		v						
44	2157,4	2,75	90	21,4	v							
45	2247,35	2,75	94	15,35	v							
46	2268,1	21,2	95	12,1				v				
47	2297,6	5,2	96	17,6			v					
48	2356,5	176,3	99	4,5							v	
49	2536,8	4,7	106	16,8		v						
50	2544,7	2,75	107	0,7	v							

Tabel 6. 2 Perancangan Penjadwalan *Preventive Maintenance* (lanjutan)

<i>Maint.</i>	<i>Time at</i>	<i>Duration</i>	<i>Day</i>	<i>Hour</i>	CG412A	GR225N	CG225	CG447R	M008	M029	M1A22	M1A73B
51	2634,65	2,75	110	18,65	v							
52	2686	5,2	112	22			v					
53	2729,8	2,75	114	17,8	v							
54	2737,75	4,7	115	1,75		v						
55	2824,45	2,75	118	16,45	v							
56	2832	78,2	118	0					v			
57	2927	21,2	122	23				v				
58	2997,5	5,2	125	21,5			v					
59	3019	2,75	126	19	v							
60	3035,35	4,7	127	11,35		v						
61	3113,65	2,75	130	17,65	v							
62	3196,7	63	134	4,7						v		
63	3266,6	2,75	137	2,6	v							
64	3275,35	5,2	137	11,35			v					
65	3296,55	4,7	138	8,55		v						
66	3366,45	2,75	141	6,45	v							
67	3394,4	21,2	142	10,4			v					
68	3477,6	2,75	145	21,6	v							
69	3508,65	5,2	147	4,65			v					
70	3515,95	4,7	147	11,95		v						
71	3577,45	2,75	150	1,45	v							
72	3667,4	2,75	153	19,4	v							
73	3708,95	4,7	155	12,95		v						
74	3725,45	5,2	156	5,45			v					
75	3767,25	2,75	157	23,25	v							
76	3776,4	78,2	158	8,4					v			
77	3877	21,2	162	13				v				
78	3956,6	2,75	165	20,6	v							
79	4006,55	4,7	167	22,55		v						
80	4036,95	5,2	169	4,95			v					
81	4056,45	2,75	170	0,45	v							
82	4146,4	2,75	173	18,4	v							
83	4204,75	4,7	176	4,75		v						
84	4231,85	63	177	7,85						v		



**Tabel 6. 2 Perancangan Penjadwalan *Preventive Maintenance* (lanjutan)**

<i>Maint.</i>	<i>Time at</i>	<i>Duration</i>	<i>Day</i>	<i>Hour</i>	CG412A	GR225N	CG225	CG447R	M008	M029	M1A22	M1A73B
85	4304,05	2,75	180	8,05	v							
86	4314,8	5,2	180	18,8			v					
87	4344,4	21,2	182	0,4				v				
88	4419	224,8	185	3								v
89	4645,2	2,75	194	13,2	v							
90	4711,95	4,7	197	7,95		v						
91	4739,85	2,75	198	11,85	v							
92	4772,9	5,2	199	20,9			v					
93	4835	2,75	202	11	v							
94	4910,15	4,7	205	14,15		v						
95	4929,65	2,75	206	9,65	v							
96	4940,4	78,2	206	20,4					v			
97	5046,6	21,2	211	6,6				v				
98	5084,4	5,2	212	20,4			v					
99	5124,2	2,75	214	12,2	v							
100	5199,75	176,3	217	15,75							v	
101	5384,05	4,7	225	8,05		v						
102	5395,15	2,75	225	19,15	v							
103	5472,8	5,2	229	0,8			v					
104	5490,3	2,75	229	18,3	v							
105	5580,25	2,75	233	12,25	v							
106	5585	4,7	233	17		v						
107	5627,3	21,2	235	11,3				v				
108	5684,6	63	237	20,6						v		
109	5759,1	2,75	240	23,1	v							
110	5771,85	5,2	241	11,85			v					
111	5854,25	2,75	244	22,25	v							
112	5867,4	4,7	245	11,4		v						
113	5948,9	2,75	248	20,9	v							
114	5983,95	5,2	250	7,95			v					
115	6044,05	2,75	252	20,05	v							
116	6056,4	78,2	253	8,4					v			
117	6143,8	4,7	256	23,8		v						
118	6172,9	21,2	258	4,9				v				

**Tabel 6. 2 Perancangan Penjadwalan *Preventive Maintenance* (lanjutan)**

<i>Maint.</i>	<i>Time at</i>	<i>Duration</i>	<i>Day</i>	<i>Hour</i>	CG412A	GR225N	CG225	CG447R	M008	M029	M1A22	M1A73B
119	6238,1	2,75	260	22,1	v							
120	6295,45	5,2	263	7,45			v					
121	6333,25	2,75	264	21,25	v							
122	6363,2	4,7	266	3,2		v						
123	6427,9	2,75	268	19,9	v							
124	6507,55	5,2	272	3,55			v					
125	6523,05	2,75	272	19,05	v							
126	6561,4	4,7	274	9,4		v						
127	6577,3	21,2	275	1,3				v				
128	6638,9	2,75	277	14,9	v							
129	6715,05	63	280	19,05						v		
130	6791,85	2,75	283	23,85	v							
131	6806,6	5,2	284	14,6			v					
132	6843,8	4,7	286	3,8		v						
133	6891,7	2,75	288	3,7	v							
134	6981,65	2,75	291	21,65	v							
135	6995,6	78,2	292	11,6					v			
136	7096,9	5,2	296	16,9			v					
137	7118,2	21,2	297	14,2				v				
138	7141,4	4,7	298	13,4		v						
139	7180,9	2,75	300	4,9	v							
140	7270,85	2,75	303	22,85	v							
141	7330,2	5,2	306	10,2			v					
142	7339,6	4,7	306	19,6		v						
143	7370,7	2,75	308	2,7	v							
144	7460,65	2,75	311	20,65	v							
145	7517,4	21,2	314	5,4				v				
146	7553,8	4,7	315	17,8		v						
147	7568,2	5,2	316	8,2			v					
148	7581,7	2,75	316	21,7	v							
149	7671,65	2,75	320	15,65	v							
150	7740	176,3	323	12							v	
151	7921,8	63	331	1,8						v		
152	7991,3	4,7	333	23,3		v						

**Tabel 6. 2 Perancangan Penjadwalan *Preventive Maintenance* (lanjutan)**

<i>Maint.</i>	<i>Time at</i>	<i>Duration</i>	<i>Day</i>	<i>Hour</i>	CG412A	GR225N	CG225	CG447R	M008	M029	M1A22	M1A73B
153	8005,6	2,75	334	13,6	v							
154	8022,35	5,2	335	6,35			v					
155	8100,75	2,75	338	12,75	v							
156	8116,3	78,2	339	4,3					v			
157	8239,3	21,2	344	7,3				v				
158	8288,9	4,7	346	8,9		v						
159	8294,8	2,75	346	14,8	v							
160	8333,85	5,2	348	5,85			v					
161	8389,95	2,75	350	13,95	v							
162	8479,9	2,75	354	7,9	v							
163	8489,85	4,7	354	17,85		v						
164	8545,95	5,2	357	1,95			v					
165	8579,75	2,75	358	11,75	v							
166	8643,7	21,2	361	3,7				v				
167	8690,9	2,75	363	2,9	v							
168	8709,25	4,7	363	21,25		v						
169	8779,25	5,2	366	19,25			v					
170	8790,75	2,75	367	6,75	v							
171	8880,7	2,75	371	0,7	v							
172	8907,45	4,7	372	3,45		v						
173	8956,95	63	374	4,95						v		
174	9038,35	2,75	377	14,35	v							
175	9055,5	78,2	378	7,5					v			
176	9135,3	5,2	381	15,3			v					
177	9189,3	21,2	383	21,3				v				
178	9232,9	2,75	385	16,9	v							

Kegiatan *maintenance* tidak harus dilakukan sesuai dengan waktu penjadwalan yang telah ditentukan. Pada kondisi riil yang terjadi pada Pupuk Kaltim, jadwal *maintenance* sering kali tidak tepat dengan waktu *breakdown* mesin yang telah terjadwal. Aktivitas yang wajib dilakukan ialah pengecekan keandalan. Pengecekan keandalan bertujuan agar setiap mesin dapat terpantau

secara berkala oleh pihak Departemen Pemeliharaan dan dapat dilakukan penanganan *maintenance* apabila dibutuhkan.

Berdasarkan hasil penjadwalan yang dibuat, diketahui bahwa mesin *Flowmeter, Rubber Gasket* Pipa Penghubung, *Granulator, Nozzle Vacum Tanki* Reaktor, *Dioda Steel Prilling Tower, Pressure Gate Anode, Rotor Feed Treator* Sintesa dan *De/Reformer pan block* berturut-turut melakukan proses pengecekan atau *maintenance* sebanyak 73, 34, 33, 17, 9, 8, 3 dan 1 kali dalam satu tahun. Apabila waktu *maintenance* sesuai dengan waktu estimasi yang digunakan pada perhitungan maka total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *maintenance* selama 2.854 jam. Namun apabila proses yang dilakukan hanya pengecekan keandalan, maka total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *maintenance* selama satu tahun akan menjadi lebih singkat. Penjadwalan ini diharapkan mampu meningkatkan keandalan dari mesin yang digunakan sehingga mampu mengurangi jumlah produk *defect* yang dihasilkan serta mengurangi terjadinya *breakdown* mesin di luar jadwal yang ditentukan untuk meminimalisir *loss profit* yang dialami oleh perusahaan.

#### 6.1.2 Perhitungan Outcome Kondisi Eksisting

Metode pemeliharaan yang selama ini diterapkan pada Pabrik-4 ialah *corrective maintenance*. Pada Tabel 6.2 ditunjukkan rekapitulasi biaya tahunan yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk biaya tenaga kerja *maintenance outsource*. Departemen Pemeliharaan Lapangan 2 memiliki 35 orang pekerja yang berstatus *outsourc*e dengan gaji sebesar Rp. 2.250.000 per bulan. Selain daripada itu, Departemen *maintenance* juga melakukan pemanggilan teknisi eksternal. Tercatat pada laporan pemeliharaan tahun 2016, pemanggilan teknisi eksternal dilakukan sebanyak 14 kali. Biaya dari teknisi eksternal bergantung pada jenis mesin dan kerusakan yang terjadi. Pada Tabel 6.3 ditunjukkan frekuensi penggunaan jasa teknisi eksternal serta rata-rata biaya yang dikeluarkan pada tahun 2016 untuk Unit Urea Pabrik-4. Kedua komponen biaya tersebut merupakan komponen biaya penentu biaya tenaga kerja yang dikeluarkan oleh Unit Urea Pabrik-4 dalam melakukan proses *maintenance* pada kondisi eksisting.

Rekapitulasi biaya tenaga kerja pada kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 6.5.

**Tabel 6. 3 Biaya Tenaga *Outsource* Kondisi Eksisting**

<i>Deskripsi</i>	Jumlah Pekerja	Biaya perbulan	Total Biaya
Tenaga <i>Outsource</i>	35	Rp 2.250.000	Rp 945.000.000

**Tabel 6. 4 Biaya Teknisi Eksternal Kondisi Eksisting**

<i>Deskripsi</i>	Frekuensi Penggantian Part	Biaya per <i>maintenance</i>	Total Biaya
Teknisi Eksternal	14	Rp 14.000.000	Rp 2.352.000.000

**Tabel 6. 5 Rekapitulasi Biaya Tenaga Kerja Kondisi Eksisting**

<i>Deskripsi</i>	Jumlah Biaya
Tenaga <i>Outsource</i>	Rp 945.000.000
Teknisi Panggilan	Rp 2.352.000.000
<i>Total</i>	Rp 3.297.000.000

Saat proses *maintenance* dilakukan, Unit Produksi harus dalam kondisi tidak beroperasi. Hal ini disebabkan karena alasan keselamatan dan kesehatan kerja baik bagi lingkungan kerja maupun terhadap operator *maintenance*. Konsekuensi yang harus ditanggung oleh pihak perusahaan pada saat proses *maintenance* sedang dilakukan ialah tidak beroperasinya lini produksi yang dimiliki. Hal ini menyebabkan *downtime* dari lini produksi yang dimiliki dan berujung pada loss production. Loss Production mengakibatkan perusahaan tidak dapat memenuhi tingkat permintaan atau target produksi yang telah ditetapkan, Loss Production mengakibatkan Loss Profit dan akan berdampak secara finansial bagi perusahaan. Menurut data historis Departemen Pemeliharaan tahun 2016, tercatat bahwa telah terjadi kerusakan pada mesin produksi Urea Pabrik-4 dan mengakibatkan Unit Urea Pabrik-4 kehilangan 4.255 jam kerja dalam satu tahun dan mengalami perpanjangan selama 118 jam kerja dalam satu tahun. Selain daripada itu, *downtime* dari unit Urea Pabrik-4 juga turut dipengaruhi oleh jadwal *shutdown* bulanan serta majunya jadwal dari dilakukannya *Turn Around* dengan durasi masing-masing 340 jam kerja hilang dan 120 jam kerja hilang pada tahun 2016. Hal ini menyebabkan Unit Urea Pabrik-4 mengalami *loss profit* sebesar Rp

123.241.500.000 pada tahun 2016. Adapun rekapitulasi jam kerja hilang serta perhitungan *loss profit* pada kondisi eksisting disajikan pada Tabel 6.6.

**Tabel 6. 6 Rekapitulasi *Loss Profit* Kondisi Eksisting**

Penyebab <i>Loss Profit</i>	Jam Kerja Hilang	Pupuk (ton)	Pupuk (karung)	<i>Profit margin</i>	<i>Loss Profit</i>
<i>Breakdown</i> Mesin	4.255	319.125	6.382.500	10%	Rp 108.502.500.000
Perpanjangan <i>waktu Breakdown</i>	118	8.850	177.000		Rp 3.009.000.000
<i>Shut Down</i> Bulanan	340	25.500	510.000		Rp 8.670.000.000
Percepatan Waktu <i>Turn Around</i> dimulai	120	9.000	180.000		Rp 3.060.000.000
Total					Rp 123.241.500.000

Selain daripada itu, Pupuk Kaltim juga mengeluarkan biaya tahunan berupa biaya kelebihan jam kerja atau lembur. Tercatat pada laporan Departemen KHI bahwa unit produksi Urea Pabrik-4 melakukan *overtime* selama 27.968 jam orang dengan total biaya Rp.1.398.400.000 untuk memenuhi target produksi akibat adanya proses produk *defect*. Pada Tabel 6.7 ditunjukkan rekap data berupa *overtime* yang dilakukan oleh unit Urea Pabrik-4 serta biaya yang dikeluarkan pada tahun 2016.

**Tabel 6. 7 Biaya *Overtime* unit Urea Pabrik-4 Tahun 2016**

Periode	Kelebihan Jam kerja (Jam Orang)	Biaya <i>Overtime</i>
Januari	2.941	Rp147.050.000
Pebruari	2.207	Rp110.350.000
Maret	2.119	Rp105.950.000
April	2.905	Rp145.250.000
Mei	2.673	Rp133.650.000
Juni	2.479	Rp123.950.000
Juli	2.295	Rp114.750.000
Agustus	2.602	Rp130.100.000
September	1.199	Rp59.950.000
Oktober	2.260	Rp113.000.000
Nopember	2.456	Rp122.800.000
Desember	1.832	Rp91.600.000
<b>Total</b>	27.968	Rp1.398.400.000

. Tahap selanjutnya ialah dilakukannya rekapitulasi antara biaya tenaga kerja, *loss profit*, biaya *rework* serta biaya penggantian *part* yang dialami oleh

perusahaan untuk mendapatkan nilai *outcome* proses *maintenance* kondisi eksisting. Perlu diperhatikan juga bahwa dalam melakukan proses *maintenance*, perusahaan melakukan pembelian untuk beberapa *spare part* mesin serta komponen mesin. Tercatat pada data historis Departemen Pemeliharaan bahwa Unit Urea Pabrik-4 telah melakukan penggantian *part* mesin senilai Rp. 3.500.000.000. Biaya *rework* produk *defect* juga merupakan salah satu variabel dari *biaya outcome*. Pada tahun 2016, tercatat unit Urea Pabrik-4 melakukan *rework* pada produk *defect* sebesar 269,089 ton. Dengan estimasi biaya *rework* sebesar Rp. 65.000/karung, maka didapatkan total biaya *rework* yang dikeluarkan pada tahun 2016 pada unit Urea Pabrik-4 sebesar Rp. 349.815.700.000 Pada Tabel 6.8 akan ditunjukkan mengenai rekapitulasi biaya *outcome* pada penerapan *maintenance* kondisi eksisting.

**Tabel 6. 8 Rekapitulasi *Outcome* Kondisi Eksisting**

Deskripsi	Jumlah
Biaya Tenaga Kerja	Rp 3.297.000.000
Loss Profit	Rp 123.241.500.000
Harga Part/mesin yang diganti	Rp 3.500.000.000
Biaya <i>Overtime</i>	Rp 1.398.400.000
Biaya Rework	Rp 349.815.700.000
<b>Total</b>	<b>Rp 481.252.600.000</b>

### 6.1.3 Perhitungan *Outcome* Penerapan *Preventive Maintenance*

Pada penerapan *Preventive Maintenance*, tenaga kerja juga turut diperlukan. Hal ini menyebabkan pada perhitungan biaya *outcome* penerapan *preventive maintenance* usulan tidak terlepas dari faktor biaya tenaga kerja yang digunakan. Pada penerapan *preventive maintenance*, jumlah tenaga *outsourcing* yang digunakan sama dengan jumlah *outsourcing* kondisi eksisting yaitu 35 orang. Hal ini disebabkan karena dalam melakukan pengecekan keandalan, perusahaan mengasumsikan tetap menggunakan jumlah tenaga kerja yang sama sebab jumlah mesin serta *part* masih dalam jumlah yang sama. Sedangkan, untuk jumlah teknisi eksternal diasumsikan dapat menurun sebanyak 7 kali pemanggilan seiring dengan berkurangnya frekuensi mesin yang mengalami *breakdown* setelah

diterapkannya *preventive maintenance*. Rekapitulasi biaya tenaga kerja pada kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 6.9-11.

**Tabel 6. 9 Biaya Tenaga *Outsource* Kondisi Usulan**

<i>Deskripsi</i>	Jumlah Pekerja	Biaya perbulan	Total Biaya
Tenaga <i>Outsource</i>	35	Rp 2.250.000	Rp 945.000.000

**Tabel 6. 10 Biaya Tenaga Teknisi Eksternal Kondisi Usulan**

<i>Deskripsi</i>	Frekuensi Penggantian <i>Part</i>	Biaya per <i>maintenance</i>	Total Biaya
Teknisi Eksternal	7	Rp 14.000.000	Rp 1.176.000.000

**Tabel 6. 11 Rekapitulasi Biaya Tenaga Kerja Kondisi Usulan**

<i>Deskripsi</i>	Jumlah Biaya
Tenaga <i>Outsource</i>	Rp 945.000.000
Teknisi Panggilan	Rp 1.176.000.000
<b>Total</b>	Rp 2.121.000.000

Dengan diterapkannya *preventive maintenance*, maka diharapkan mampu untuk mengurangi frekuensi terjadinya *breakdown* pada mesin, jumlah jam *overtime* serta jumlah produk *defect* yang dihasilkan. Dengan berkurangnya frekuensi mesin *breakdown*, maka akan menyebabkan berkurangnya juga *loss production* yang dialami oleh perusahaan pada saat *breakdown* atau proses *maintenance* terjadi. Hal ini secara langsung menyebabkan penurunan *loss profit* yang dialami oleh perusahaan. Pada penerapan *preventive maintenance* jumlah jam kerja hilang akibat dilakukannya proses *maintenance* berkurang menjadi 2.854 jam kerja hilang pertahun. Hal ini disebabkan karena berkurangnya frekuensi kerusakan mesin yang terjadi. Hilangnya jam kerja tersebut diasumsikan apabila keseluruhan *maintenance* terjadwal melakukan pergantian *part*, apabila pada proses *preventive maintenance* hanya melakukan proses pengecekan maka waktu yang digunakan dapat menjadi lebih singkat dari waktu yang diestimasikan. *Shut down* bulanan akan tetap dilakukan pada penerapan *preventive maintenance* yaitu selama 340 jam kerja. Majunya jadwal dilakukannya *Turn Around* telah diasumsikan tidak ada karena alasan percepatan jadwal *Turn Around* yaitu banyaknya jumlah mesin yang rusak telah teratasi dengan penerapan *preventive maintenance*. Dapat diestimasikan bahwa *loss profit* yang dialami oleh unit Urea



Pabrik-4 dalam penerapan *preventive maintenance* sebesar Rp. 81.855.000.000. Rekapitulasi jam kerja hilang yang dialami oleh unit Urea Pabrik-4 pada kondisi usulan serta perhitungan *loss profit* dicantumkan pada Tabel 6.12.

**Tabel 6. 12 Rekapitulasi *Loss Profit* Kondisi Usulan**

<i>Penyebab Loss Profit</i>	<b>Jam Kerja Hilang</b>	<b>Pupuk (ton)</b>	<b>Pupuk (karung)</b>	<i>Profit margin</i>	<i>Loss Profit</i>
<i>Shut Down Bulanan</i>	340	25.500	510.000	10%	Rp 8.670.000.000
<i>Preventive Maintenance</i>	2.854	215.250	4.305.000		Rp 73.185.000.000
<i>Total</i>					Rp 81.855.000.000

Tahap selanjutnya ialah rekapitulasi antara biaya tenaga kerja dan *loss profit* yang dialami oleh perusahaan untuk mendapatkan nilai *outcome* proses *maintenance* kondisi usulan. Perlu diperhatikan juga bahwa dalam melakukan proses *maintenance*, perusahaan melakukan pembelian untuk beberapa *spare part* mesin serta komponen mesin. Diasumsikan bahwa frekuensi penggantian *part* mesin pada penerapan *preventive maintenance* menurun dikarenakan jumlah *breakdown* mesin yang menurun pula. Selain daripada itu, jumlah jam *overtime* serta produk *defect* yang dihasilkan juga diasumikan berkurang menjadi 10% dari total jam *overtime* yang dilakukan serta total produksi pupuk yang dihasilkan oleh unit Urea Pabrik-4. Hal ini disebabkan karena mungkin terjadinya kesalahan pada proses produksi karena adanya faktor kesalahan dari operator serta faktor lainnya seperti kualitas dari bahan baku serta bahan penolong, sedangkan untuk jam *overtime* diasumsikan tetap ada dengan alasan mundurnya waktu produksi yang diakibatkan oleh produk *rework* yang masih tetap dihasilkan. Pada Tabel 6.13 akan ditunjukkan mengenai rekapitulasi biaya *outcome* pada penerapan *maintenance* kondisi usulan.

**Tabel 6. 13 Rekapitulasi *Outcome* Kondisi Usulan**

<b>Deskripsi</b>	<b>Jumlah</b>
<i>Biaya Tenaga Kerja</i>	Rp 2.121.000.000
<i>Loss Profit</i>	Rp 81.855.000.000
Harga <i>Part</i> /mesin yang diganti	Rp 1.750.000.000
<i>Biaya Overtime</i>	Rp 139.840.000
<i>Biaya rework</i>	Rp 34.981.570.000
<b>Total</b>	Rp 120.847.410.000

#### 6.1.4 Perhitungan Penghematan Outcome Kondisi Eksisting dan Penerapan Preventive Maintenance

Setelah dilakukannya perhitungan *outcome* pada kondisi eksisting dan kondisi usulan, tahap berikutnya ialah melakukan perbandingan *outcome* dengan acuan penghematan dari *outcome* itu sendiri. Penghematan dihitung sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan pengambilan keputusan. *Outcome* pada Pupuk Kaltim diasumsikan sebesar 10% dengan horizon perencanaan selama 10 tahun. Pada perhitungan yang ada pada Tabel 6.14, dapat dilihat bahwa nilai *outcome* dari penerapan *preventive maintenance* selalu lebih kecil bila dibandingkan dengan *outcome* kondisi eksisting. Apabila *preventive maintenance* diterapkan, maka perusahaan mampu melakukan penghematan sebesar Rp. 5.743.930.541.434 dalam 10 tahun atau sesuai dengan nominal yang tertera pada tabel untuk setiap tahunnya.

**Tabel 6. 14 Penghematan Antara Kondisi Eksisting dan Penerapan *Preventive Maintenance***

Akhir Tahun ke-	Kondisi Eksisting	Penerapan <i>Preventive Maintenance</i>	Penghematan
0	-	-	
1	Rp 481.252.600.000	Rp 120.847.410.000	Rp 360.405.190.000
2	Rp 529.377.860.000	Rp 132.932.151.000	Rp 396.445.709.000
3	Rp 582.315.646.000	Rp 146.225.366.100	Rp 436.090.279.900
4	Rp 640.547.210.600	Rp 160.847.902.710	Rp 479.699.307.890
5	Rp 704.601.931.660	Rp 176.932.692.981	Rp 527.669.238.679
6	Rp 775.062.124.826	Rp 194.625.962.279	Rp 580.436.162.547
7	Rp 852.568.337.309	Rp 214.088.558.507	Rp 638.479.778.802
8	Rp 937.825.171.039	Rp 235.497.414.358	Rp 702.327.756.682
9	Rp 1.031.607.688.143	Rp 259.047.155.793	Rp 772.560.532.350
10	Rp 1.134.768.456.958	Rp 284.951.871.373	Rp 849.816.585.585
Total			Rp 5.743.930.541.434

## 6.2 Rancangan Usulan Perbaikan Gudang Produk Jadi

Rekomendasi perbaikan kedua yang diusulkan oleh penulis agar dapat mengatasi permasalahan pada Unit Urea Pabrik-4 ialah investasi pada alat *Pallet Rack*. Investasi pada alat *Pallet Rack* ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan berupa timbulnya karung pupuk yang pecah sehingga menimbulkan

aktifitas *rework* dan mampu menekan aktifitas tersebut menjadi seminimal mungkin. Berdasarkan hal tersebut, diharapkan pula dapat menghilangkan permasalahan berupa tidak tercapainya target produksi yang disebabkan oleh hilangnya waktu produksi akibat memproses produk *defect* yang dihasilkan.

#### 6.2.1 Gudang Produk Jadi Kondisi Eksisting

Pada bagian ini akan dibahas mengenai *layout* gudang produk jadi pada kondisi eksisting yang ada pada Pupuk Kaltim. Akan dibahas pula mengenai luasan yang dibutuhkan untuk masing-masing area penyimpanan pupuk dan fasilitas penunjang lainnya serta rincian dari fasilitas penunjang berupa luasan *pallet*, prosedur penyimpanan dan penumpukan palet, *through put* masing-masing produk yang disimpan serta tingkat rata-rata penyimpanan masing-masing produk berdasarkan frekuensi pengiriman yang dilakukan.

##### 6.2.1.1 Luasan Pallet dan Prosedur Penyimpanan Pupuk Kondisi Eksisting

Pada kondisi eksisting, *pallet* yang digunakan pada proses penyimpanan produk jadi merupakan *pallet* dengan bahan dasar plastik 2 ways (2 sisi *fork* untuk melakukan pemindahan menggunakan *forklift*). Terdapat 2 jenis *pallet* yang digunakan yaitu *pallet* dengan panjang dan lebar 1,1 meter berkapasitas 6 karung per *pallet* untuk jenis pupuk ZA dan pupuk Urea bersubsidi serta *pallet* dengan panjang 1.2 meter dan lebar 1 meter berkapasitas 7 karung per *pallet* untuk jenis pupuk NPK serta pupuk Urea non subsidi (Tabel 6.15).

**Tabel 6. 15 Jenis, Luasan dan Kapasitas *Pallet* Kondisi Eksisting**

Jenis Produk	Pallet			Jumlah Karung/palet	Tumpukan Maksimal ( <i>pallet</i> )
	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )		
Pupuk ZA	1,1	1,1	1,21	20	3
Pupuk NPK	1	1,2	1,2	20	3
Pupuk Urea Subsidi	1,1	1,1	1,21	20	3
Pupuk Urea Non Subsidi	1	1,2	1,2	20	3

Pada kondisi eksisting, prosedur penyimpanan pupuk pada *pallet* dilakukan dengan cara menumpuk pupuk menjadi 4 tumpukan pada satu *pallet*. *Pallet* berisi 4 tumpukan pupuk kemudian disusun secara vertikal dengan *pallet*

berisi pupuk lainnya. Dengan kata lain untuk *pallet* pupuk ZA dengan luasan 1,21 m<sup>2</sup> mampu menampung 3 buah *pallet* dengan total pupuk 60 buah. Hal tersebut juga diberlakukan pada prosedur penyimpanan pupuk varian lain. Prosedur penumpukan *pallet* berisi pupuk dengan jumlah maksimal tumpukan *pallet* sebesar 3 lapisan ini telah mempertimbangkan kapasitas beban yang dapat ditahan oleh karung pupuk maupun *pallet* yang digunakan agar tidak terjadi kerusakan. Selain daripada itu, menurut hasil wawancara dengan pihak pergudangan, faktor keseimbangan dari tumpukan juga turut mempengaruhi diberlakukannya ketentuan penumpukan *pallet* berisi pupuk maksimal 3 tumpukan *pallet*.

#### 6.2.1.2 Luasan tiap Area Kondisi Eksisting

Luasan tiap area pada kondisi eksisting didapatkan melalui proses pengamatan secara langsung pada gudang produk jadi serta wawancara dengan pihak pergudangan Pupuk Kaltim. Menurut data hasil pengamatan dan wawancara, diketahui bahwa kapasitas dari gudang pupuk karung yang dimiliki oleh Pupuk Kaltim mencapai 7.500 ton atau setara dengan 150.000 karung. Luas dari gudang produk jadi keseluruhan ialah 5.000 m<sup>2</sup> dengan panjang 100 m dan lebar 50 m. Gudang produk jadi ini digunakan untuk menyimpan pupuk yang dihasilkan oleh seluruh unit produksi yang ada pada Pupuk Kaltim dengan berbagai jenis varian pupuk, yaitu pupuk ZA, pupuk NPK, pupuk Urea subsidi dan pupuk Urea non subsidi. Pada Tabel 6.16 Ditunjukkan luasan untuk area penyimpanan untuk masing-masing jenis karung beserta beberapa fasilitas penunjang yang ada pada gudang produk jadi Pupuk Kaltim.

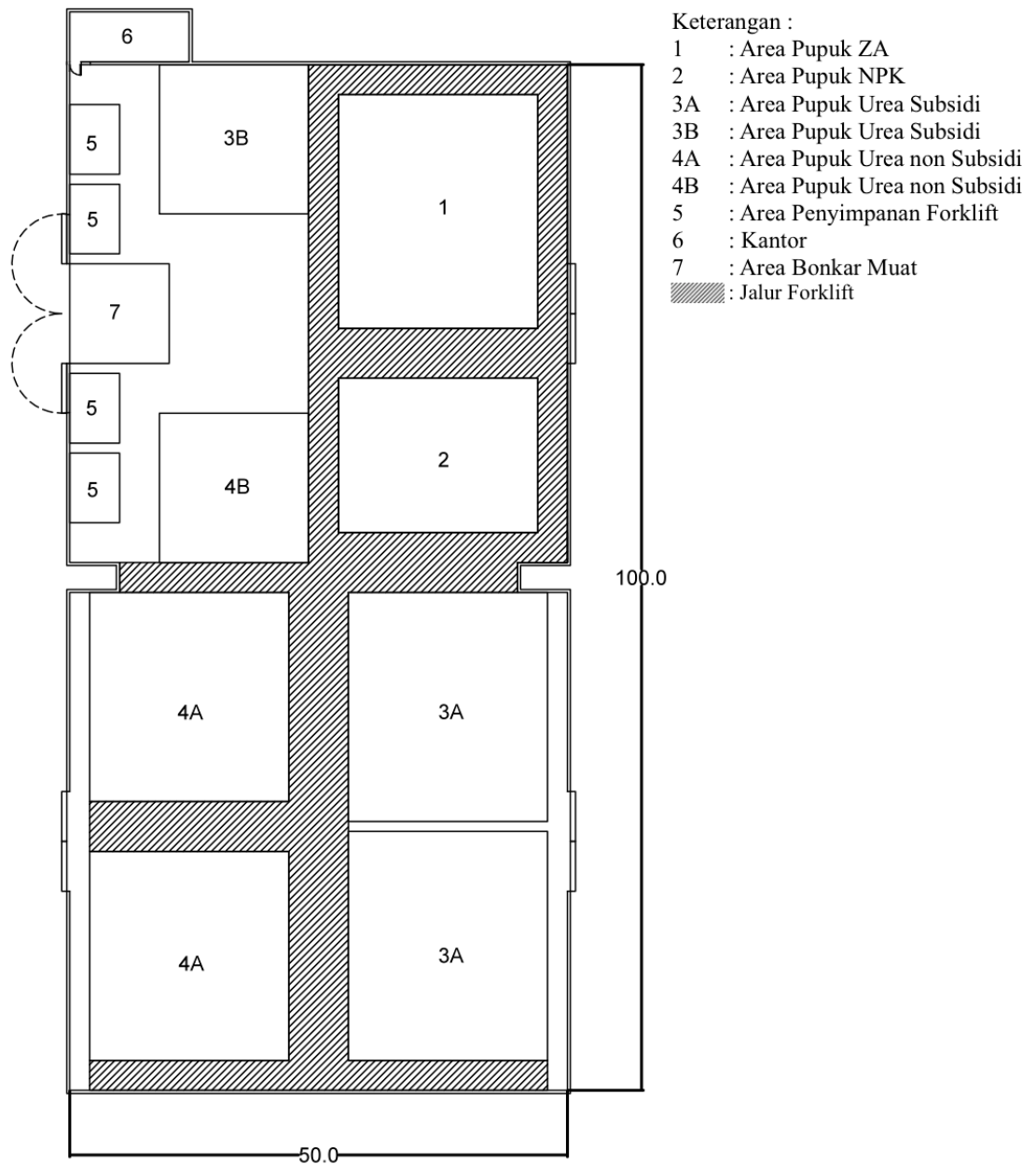
**Tabel 6. 16 Luas Area Penyimpanan dan Fasilitas Penunjang Gudang Produk Jadi**

No.	Stasiun	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah Area	Jumlah Luas Total (m <sup>2</sup> )
1	Pupuk ZA	20	23,5	470	1	470
2	Pupuk NPK	20	31	620	1	620
3A	Pupuk Urea Subsidi	20	23	460	2	920
3B		15	15	225	1	225
4A	Pupuk Urea Non Subsidi	20	21	420	2	840
4B		15	15	225	1	225
5	Area Forklift	7	5	35	4	140
6	Kantor	5	12	60	1	60

**Tabel 6. 16 Luas Area Penyimpanan dan Fasilitas Penunjang Gudang Produk Jadi (lanjutan)**

No.	Stasiun	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah Area	Jumlah Luas Total (m <sup>2</sup> )
7	Area Bongkar Muat	10	10	100	1	100
<b>Total Luas Area</b>						3500

Selain daripada area penyimpanan pupuk, terdapat beberapa area fasilitas penunjang yang ada pada gudang produk jadi kondisi eksisting. Area ini terdiri dari area penyimpanan maupun *forklift*, kantor dan area bongkar muat. Area bongkar muat terdapat pada pintu utama gudang produk jadi dengan panjang 20 meter dan 10 meter. Area bongkar muat terbagi menjadi dua bagian yaitu sebagian berada pada bagian dalam gudang dan sebagian berada di luar gudang. Area bongkar muat yang berada pada bagian dalam gudang digunakan sebagai area pengisian pupuk menuju truk pengangkut, sementara area bongkar muat yang berada pada luar gudang digunakan sebagai area menunggu truk yang akan diisi. Pada gambar 6.1 akan ditunjukkan *layout* gudang produk jadi kondisi eksisting yang ada pada Pupuk Kaltim beserta jalur *forklift* yang digunakan sebagai akses penyimpanan dan pengambilan pupuk.



**Gambar 6. 1 Layout Gudang Produk Jadi Kondisi Eksisting**

Pada gudang produk jadi kondisi eksisting, terdapat pula jalur yang digunakan oleh *forklift* untuk menyusun maupun mengambil pupuk. Luasan dari jalur *forklift* yang ada pada kondisi eksisting ialah 3 m dari area penyimpanan dan berada pada hamper setiap sisi di area penyimpanan. Hal ini dilakukan untuk mempermudah proses penataan tumpukan pupuk pada area penyimpanan pupuk.

### 6.2.1.3 Perbandingan Luas Area Penyimpanan dan Total Kebutuhan Ruang

#### Kondisi Eksisting

Pada gudang produk jadi kondisi eksisting, didapati beberapa *pallet* berisi karung pupuk berada di luar area penyimpanan dan masuk ke dalam jalur *forklift*. Hal ini disebabkan karena luas area penyimpanan yang tidak mampu menampung frekuensi pengiriman produk jadi menuju gudang. Selain daripada itu, frekuensi pengiriman yang tidak menentu yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingkat permintaan musiman, cuaca serta persediaan pada gudang penyangga yang belum habis juga turut menyebabkan menumpuknya jumlah pupuk karung pada gudang produk jadi. Fenomena ini menimbulkan terhalang maupun susahya akses *forklift* dalam melakukan kegiatan operasional serta munculnya risiko produk tertabrak oleh *forklift* sehingga menimbulkan *waste* berupa karung pupuk yang pecah. Pada Tabel 6.17 ditunjukkan tingkat persediaan rata-rata pada gudang produk jadi untuk setiap jenis pupuk, jumlah *pallet* yang dibutuhkan, area *pallet* yang butuhkan dengan mempertimbangkan prosedur penyimpanan yaitu maksimal 3 tumpukan *pallet* berisi pupuk, luas area yang dibutuhkan serta luas area yang tersedia untuk setiap pupuk yang ada pada gudang produk jadi kondisi eksisting. Data yang digunakan merupakan tingkat persediaan rata-rata setiap jenis pupuk yang ada di gudang produk jadi pada tahun 2016.

**Tabel 6. 17 Perbandingan Kebutuhan Luas Area dengan Luas Area Tersedia pada Gudang Produk Jadi**

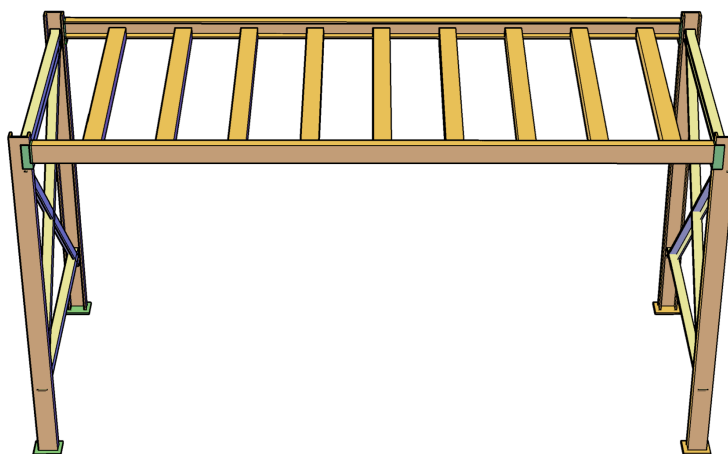
Jenis Produk	Tingkat Persediaan	Jumlah <i>pallet</i>	Area <i>Pallet</i> (telah ditumpuk)	Luasan <i>pallet</i> (m <sup>2</sup> )	Luas Area yang dibutuhkan (m <sup>2</sup> )	Luas Area yang Tersedia (m <sup>2</sup> )
Pupuk ZA	14.785	740	247	1,21	299	470
Pupuk NPK	18.750	938	313	1,2	376	620
Pupuk Urea Subsidi	61.847	3.093	1031	1,21	1.248	1.145
Pupuk Urea Non Subsidi	63.241	3.163	1055	1,2	1.266	1.065

### 6.2.2 Rancangan Teknis Usulan Gudang Produk Jadi

Pada bagian sebelumnya, dapat diketahui bahwa luas area yang dibutuhkan dalam proses penyimpanan yang ada pada gudang produk jadi kondisi eksisting melebihi luas area penyimpanan area yang tersedia. Berdasarkan hasil diskusi dengan pihak pergudangan Pupuk Kaltim, dibuatlah usulan perbaikan berupa investasi *Pallet Rack* pada gudang produk jadi. Usulan perbaikan ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan berupa timbulnya karung pupuk pecah yang ada pada Pupuk Kaltim dan meminimalisir tingkat *rework* yang harus dilakukan serta mengeliminasi jumlah pupuk yang tidak dapat diproses ulang karena terkontaminasi oleh udara terbuka dan mengendap.

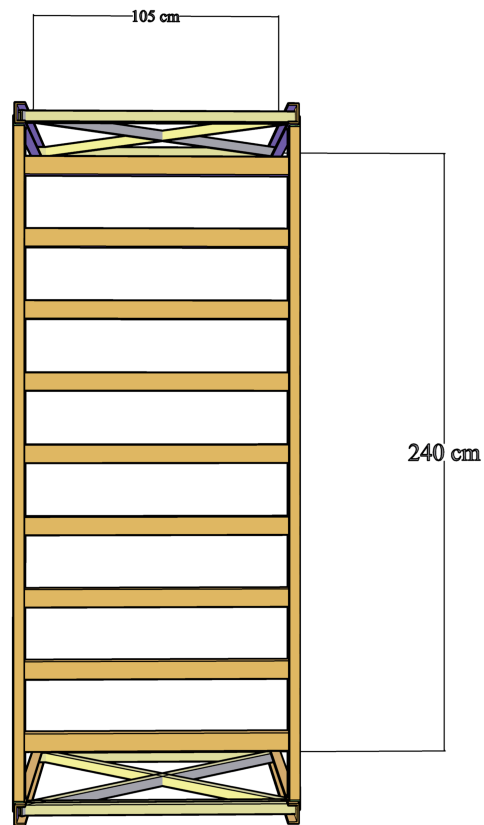
#### 6.2.2.1 Investasi *Pallet Rack* pada Usulan Gudang Produk Jadi

*Pallet Rack* merupakan suatu sarana penyimpanan dan penataan *pallet* yang dapat memaksimalkan area penyimpanan pada gudang. *Pallet Rack* mampu memaksimalkan pemanfaatan ruang yang ada pada gudang produk jadi secara vertikal sehingga meminimalkan penggunaan ruang yang ada pada gudang produk jadi. *Pallet Rack* memiliki ketinggian 1,8 meter dengan kapasitas beban 6 ton. Pada Gambar 6.2-4 ditunjukkan desain teknis dari *pallet rack* yang digunakan pada rancangan usulan gudang produk jadi Pupuk Kaltim.

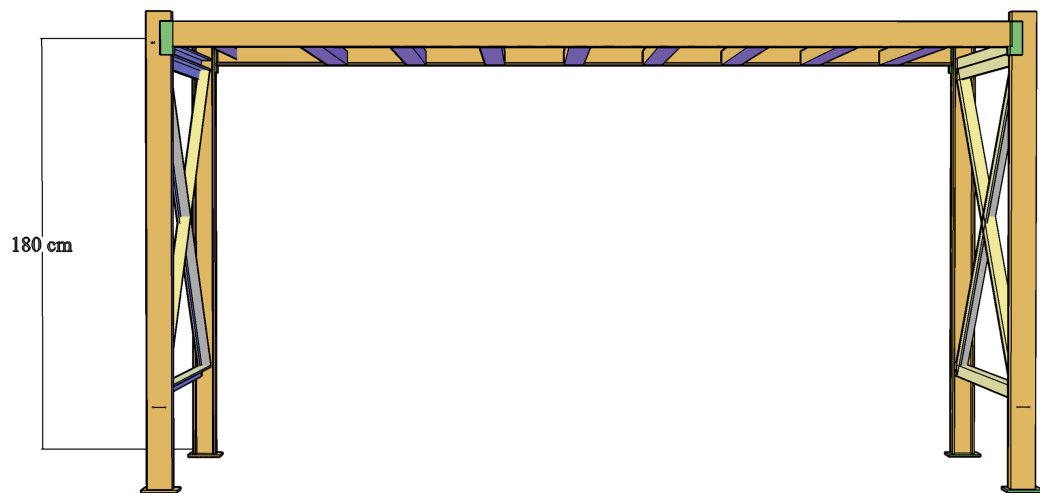


**Gambar 6. 2 Usulan *Pallet Rack* Tampak Perspektif**





**Gambar 6. 3 Usulan *Pallet Rack* Tampak Atas**



**Gambar 6. 4 Usulan *Pallet Rack* Tampak Depan**

*Pallet Rack* yang digunakan pada usulan perbaikan memiliki ruang penyimpanan sebanyak 2 *pallet* horizontal. Pada usulan perbaikan, 2 *pallet* berisi karung diletakkan pada bagian bawah *pallet rack*. Sedangkan pada bagian atas *pallet rack* diletakkan 2 *pallet* secara horizontal dengan tumpukan sebanyak 3 *pallet* secara vertikal. Hal ini didasari oleh prosedur penyimpanan yang mempertimbangkan kekuatan dari karung, *pallet* serta *pallet* yang digunakan. Dengan menggunakan *pallet rack* mampu menambah penggunaan ruang secara vertikal karena maksimal tumpukan *pallet* yang sebelumnya maksimal 3 mampu diisi menjadi 4 *pallet* per satu ruang *pallet*. Melalui usulan ini, diharapkan mampu mengoptimalkan penggunaan ruang pada gudang produk jadi Pupuk Kaltim.

Tahap berikutnya ialah mengidentifikasi keperluan *pallet rack* pada gudang produk jadi dengan mempertimbangkan tingkat persediaan rata-rata tiap jenis pupuk serta kapasitas yang mampu ditampung oleh satu ruan *pallet*. Pada Tabel 6.18 ditunjukkan kebutuhan *pallet rack* pada usulan gudang produk jadi Pupuk Kaltim.

**Tabel 6. 18 Kebutuhan *Pallet Rack* Setiap Jenis Pupuk**

Jenis Produk	Tingkat Persediaan	Jumlah <i>pallet</i>	Kapasitas <i>Pallet Rack</i> ( <i>Pallet</i> )	Kebutuhan <i>Pallet Rack</i>
Pupuk ZA	14.785	740	8	93
Pupuk NPK	18.750	938	8	118
Pupuk Urea Subsidi	61.847	3.093	8	387
Pupuk Urea Non Subsidi	63.241	3.163	8	396

Setelah didapatkannya jumlah *pallet rack* yang dibutuhkan, dilakukan perhitungan biaya *Outcome* pada investasi *pallet rack*. Perhitungan biaya *outcome* meliputi biaya instalasi, harga *pallet rack*, biaya *rework* produk, serta biaya perawatan tahunan yang harus dikeluarkan. Biaya yang digunakan merupakan biaya estimasi yang didapatkan melalui wawancara dengan pihak gudang *sparepart* yang menggunakan *pallet rack* dalam kegiatan operasionalnya. Pada Tabel 6.19 ditunjukkan perhitungan harga total yang harus dikeluarkan pada pembelian *pallet rack* yang dibutuhkan.

**Tabel 6. 19 Total Biaya *Rack Pallet* Usulan Perbaikan Gudang Produk Jadi**

Jenis Produk	Kebutuhan Pallet Rack	Harga <i>Pallet Rack</i> (Rp/unit)	Biaya <i>Rack Pallet</i>
Pupuk ZA	93	Rp 1.200.000	Rp 111.600.000
Pupuk NPK	118	Rp 1.200.000	Rp 141.600.000
Pupuk Urea Subsidi	387	Rp 1.200.000	Rp 464.400.000
Pupuk Urea Non Subsidi	396	Rp 1.200.000	Rp 475.200.000
Total Biaya			Rp 1.192.800.000

Setelah didapatkan biaya *rack pallet*, dilakukan perhitungan terhadap biaya *rework* setiap tahunnya. Diasumsikan dalam usulan perbaikan gudang produk jadi bahwa *defect* berupa karung pupuk pecah tetap ada mempertimbangkan faktor kelalaian dari operator. Tingkat *rework* yang digunakan diasumsikan turun sebanyak 80% dari total *rework* terhadap karung pecah tahunan yang dilakukan oleh Pupuk Kaltim pada tahun 2016. Pada Tabel 6.20 ditunjukkan jumlah *rework* yang harus dilakukan dalam satu tahun pada usulan gudang produk jadi sera total biaya *rework* yang harus dikeluarkan.

**Tabel 6. 20 Rekapitulasi Biaya *Rework* Karung Pecah Tahun Kondisi Usulan**

Unit Produksi	Jumlah <i>Rework</i> (karung)	Biaya <i>Rework</i> per Karung	Biaya <i>Rework</i>
Urea Pabrik 1-A	2.221	Rp 12.000	Rp 26.652.000
Urea Pabrik-2	2.221	Rp 12.000	Rp 26.652.000
Urea Pabrik 3	2.221	Rp 12.000	Rp 26.652.000
Urea Pabrik-4	2.221	Rp 12.000	Rp 26.652.000
Urea Pabrik-5	4.442	Rp 12.000	Rp 53.304.000
Total			Rp 159.912.000

Setelah didapatkannya biaya *rework* yang harus dikeluarkan, berikutnya perlu diidentifikasi variabel biaya lain yang merupakan biaya *outcome* dari usulan perbaikan gudang produk jadi. Pada Tabel 6.21 ditunjukkan biaya yang harus dikeluarkan pada proses instalasi maupun perawatan tahunan yang harus dilakukan pada usulan gudang produk jadi. Biaya perawatan yang dikeluarkan meliputi biaya penggantian *beam* atau tiang penyangga vertikal dari *pallet rack* yang rusak, penggantian mur dan baut serta penggantian *beam* penyangga horizontal.

**Tabel 6. 21 Rekapitulasi Biaya Instalasi dan Perawat *Pallet Rack* Kondisi Usulan**

Deskripsi	Keterangan
Biaya Instalasi	Rp 16.000.000
Biaya Perawatan	Rp 2.500.000

Setelah didapatkannya seluruh variabel biaya *outcome*, dilakukan rekapitulasi terhadap variabel *outcome* tersebut untuk mendapatkan total biaya *outcome* yang harus dikeluarkan oleh Pupuk Kaltim. Pada Tabel 6.22 ditunjukkan rekapitulasi biaya yang harus dikeluarkan oleh Pupuk Kaltim dalam melakukan investasi *pallet rack* pada usulan perbaikan gudang produk jadi.

**Tabel 6. 22 Rekapitulasi Biaya *Outcome* Kondisi Usulan**

Deskripsi	Keterangan
Biaya <i>Pallet Rack</i>	Rp 1.192.800.000
Biaya <i>Rework</i>	Rp 159.912.000
Biaya Instalasi	Rp 16.000.000
Biaya Perawatan	Rp 2.500.000
Total	Rp 1.371.212.000

Setelah didapatkannya biaya *outcome* pada usulan perbaikan gudang produk jadi, dilakukan perbandingan biaya *outcome* usulan dengan biaya *outcome* eksisting. Pada kondisi eksisting, biaya *outcome* yang dikeluarkan hanya biaya *rework* tahunan yang harus dilakukan karena tidak adanya tindakan perawatan terhadap aset gudang yaitu *pallet* yang dilakukan oleh Pupuk Kaltim. Pada Tabel 6.23 ditunjukkan biaya *outcome* pada kondisi eksisting maupun biaya *outcome* pada usulan perbaikan gudang produk jadi serta penghematan yang dilakukan. Pada *outcome* usulan perbaikan gudang produk jadi, variabel biaya yang digunakan tidak memperhitungkan biaya yang dikeluarkan dalam melakukan pembelian *pallet rack* serta biaya instalasi. Sedangkan pada *outcome* kondisi eksisting biaya yang digunakan ialah biaya *rework* karung pecah pada tahun 2016 serta *loss profit* berupa pupuk yang tidak dapat diproses kembali karena telah mengendap dan terkontaminasi oleh udara yang disebabkan oleh pecahnya karung. Dalam hal ini, kedua perhitungan *outcome* akan diproyeksikan selama 10 tahun dengan asumsi akan terjadi kenaikan 10% setiap tahunnya.

**Tabel 6. 23 Perbandingan Biaya *Outcome* Kondisi Eksisting dan Kondisi Usulan**

<b>Akhir Tahun ke-</b>	<b><i>Outcome</i> Kondisi Eksisting</b>	<b><i>Outcome</i> Usulan Gudang Produk Jadi</b>	<b>Penghematan</b>
1	Rp 1.797.400.000	Rp 178.412.000	Rp 1.618.988.000
2	Rp 1.977.140.000	Rp 196.253.200	Rp 1.780.886.800
3	Rp 2.174.854.000	Rp 215.878.520	Rp 1.958.975.480
4	Rp 2.392.339.400	Rp 237.466.372	Rp 2.154.873.028
5	Rp 2.631.573.340	Rp 261.213.009	Rp 2.370.360.331
6	Rp 2.894.730.674	Rp 287.334.310	Rp 2.607.396.364
7	Rp 3.184.203.741	Rp 316.067.741	Rp 2.868.136.000
8	Rp 3.502.624.116	Rp 347.674.515	Rp 3.154.949.600
9	Rp 3.852.886.527	Rp 382.441.967	Rp 3.470.444.560
10	Rp 4.238.175.180	Rp 420.686.163	Rp 3.817.489.016
<b>Total</b>			<b>Rp 25.802.499.180</b>

*(Halaman ini Sengaja dikosongkan)*

## **BAB 7**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian tugas akhir dan saran yang diberikan untuk perusahaan serta penelitian-penelitian selanjutnya.

#### **7.1 Kesimpulan**

Adapun beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil identifikasi dengan menggunakan SIPOC Diagram, Big Picture Mapping, dan Activity Classification dapat diketahui bahwa terjadi 7 jenis pemborosan atau *waste* pada proses produksi Urea Pabrik-4. *Waste* tersebut antara lain ialah *EHS*, *defect*, *overproduction*, *waiting*, *transportation*, *over inventory* dan *Motion*.
2. Berdasarkan pengolahan data kuesioner *waste* dengan menggunakan BORDA Voting Method, dapat diketahui bahwa 2 *waste* kritis yang ditemukan pada proses produksi di unit produksi Urea Pabrik-4 yakni *defect* dan *waiting*.
3. Akar permasalahan terjadinya *waste defect* berupa pupuk Urea dengan kandungan di luar spesifikasi adalah menurunnya keandalan maupun rusaknya beberapa *part* maupun komponen dari mesin pada fasilitas produksi, hal ini disebabkan karena tidak diberlakukannya pengecekan maupun perawatan rutin terhadap mesin yang ada pada fasilitas produksi. Selain daripada itu, terlambatnya proses *maintenance* akibat jadwal yang saling tumpang tindih dengan jadwal pemenuhan target produksi juga merupakan salah satu akar penyebab timbulnya *waste defect* pada unit Urea Pabrik-4. Sedangkan pada *waste defect* berupa karung pupuk pecah pada gudang produk jadi disebabkan karena kelalaian operator dan karung pupuk yang tertabrak oleh *forklift*. Hal ini dikarenakan tata letak pada gudang produk jadi serta sistem penyimpanan dan pengambilan barang

yang kurang baik. Hal ini juga turut didukung oleh tidak mampunya gudang produk jadi menampung jumlah kiriman pupuk dari unit produksi sehingga beberapa *pallet* maupun karung pupuk berada di luar area penyimpanan dan menghalangi jalur *forklift*.

4. Rekomendasi perbaikan yang terpilih untuk dapat meminimalisir akar permasalahan dari waste *kritis* yang ditentukan berdasarkan nilai *Risk Rating* tertinggi adalah adanya perancangan penjadwalan *preventive maintenance* dan usulan investasi *Pallet Rack* pada gudang produk jadi. Dengan dilakukannya penjadwalan *preventive maintenance* perusahaan mampu melakukan penghematan sebesar Rp 5.743.930.541.434 dan melalui usulan investasi *pallet rack* perusahaan mampu melakukan penghematan sebesar Rp. 25.802.499.180.

## **7.2 Saran**

Berikut ini merupakan saran yang diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

### *7.2.1 Saran Bagi Perusahaan*

Adapun saran yang diberikan untuk perusahaan adalah sebagai berikut.

1. Pada penerapan *preventive maintenance*, sebaiknya Departemen Pemeliharaan mencatat setiap kondisi yang ditemukan saat melakukan proses pengecekan maupun perawatan yang dilakukan agar dapat dipersiapkan langkah yang harus dilakukan pada jadwal selanjutnya.
2. Pada investasi *pallet rack* pada gudang produk jadi, baiknya dilakukan penyuluhan terlebih dahulu untuk menghindari adanya missskomunikasi antar operator dalam melakukan penataan.

### *7.2.2 Saran Bagi Penelitian Selanjutnya*

Adapun saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Dalam melakukan perancangan penjadwalan *maintenance*, dapat dipertimbangkan pula untuk diadakannya analisis terkait aktivitas *predictive maintenance* atau metode *maintenance* lain yang lebih



kompleks untuk memelihara kondisi mesin.

2. Dalam melakukan perencanaan investasi *pallet rack* sebaiknya turut mempertimbangkan spesifikasi dari *material handling* yang digunakan serta kapasitas *material handling* yang mempengaruhi intensitas kegiatan antar stasiun.

*(Halaman ini Sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- Anityasari, M. & Wessiani, N. A. 2011. Analisa Kelayakan Usaha Dilengkapi Dengan Kajian Manajemen Resiko. *Surabaya: Guna Widya*.
- Basu, R. 2009. *Implementing Six Sigma And Lean : A Practical Guidelines To Tools And Techniques*, Oxford, Elsavier Ltd.
- Chrisantiara, M. 2004. *Implementasi Statistical Quality Control (Sqc) Pada Proses Pengantongan Produk Pupuk Urea Kantong Di Pt Pupuk Kalimantan Timur* (Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- CNN Indonesia. 2016. *Berita Energi Cnn Indonesia* [Online]. Cnn Indonesia. Available: [Http://www.CNNIndonesia.com/Ekonomi/20151222185128-85-99948/2016-Harga-Gas-Industri-Turun-Pemerintah-Rela-Kas-Berkurang/](http://www.CNNIndonesia.com/Ekonomi/20151222185128-85-99948/2016-Harga-Gas-Industri-Turun-Pemerintah-Rela-Kas-Berkurang/) [Accessed 15 April 2017].
- Doggett, A. M. 2005. Root Cause Analysis: A Framework For Tool Selection. *The Quality Management Journal*, 12, 34.
- Feld, W. M. 2000. *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, And How To Use Them*, Florida, The St. Lucie Press/Apics Series On Resource Management.
- Gaspersz, V. & Fontana, A. 2007. *Lean Six Sigma For Manufacturing And Service Industries*, Jakarta, Pt Gramedia Pustaka Utama.
- George, M. O. 2010. *The Lean Six Sigma Guide To Doing More With Less: Cut Costs, Reduce Waste, And Lower Your Overhead*, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.
- Hines, P. & Taylor, D. 2000. Going Lean. *Cardiff, Uk Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School*, 3-43.
- Jawapos. 2016. Pupuk Ekspansi Ke Kalimantan Dan Sumatera. Surabaya., Jawa Timur. *Page 2-3*.
- Lansdowne, Z. F. & Woodward, B. S. 1996. Applying The Borda Ranking Method. *Air Force Journal Of Logistics*, 20, 27-29.

- Ohno, T. 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Crc And Productivity Press.
- Pujawan, I. N. 2004. *Ekonomi Teknik. Penerbit Guna Widya. Surabaya.*
- Pupuk Kaltim. 2003. Rancangan Dasar Produksi Pupuk., Rancangan Dan Kandungan Pupuk Urea Sni. Bontang., Kalimantan Timur. *Page 36-37.*
- Pupuk Kaltim. 2016. *Annual Performance Report.*, Laporan *Output* Performansi Unit Produksi-4 Urea Non Subsidi. Bontang., Kalimantan Timur. *Page 78-94.*
- Pupuk Kaltim. 2016. *Annual Performance Report.*, Laporan Personalia Dan Rincian Biaya. Bontang., Kalimantan Timur. *Page 202-210.*
- Pupuk Kaltim. 2016. *Annual Performance Report.*, Laporan *Output* Performansi Gudang Penyangga. Bontang., Kalimantan Timur. *Page 138-139.*
- Sahari, H. 2016. *Audit Laporan Keuangan Tahunan Pupuk Kaltim.* Bontang: Pupuk Kaltim.
- Shingo, S., 1988. *Non-Stock Production : The Shingo System For Continuous Improvement.* Cambridge: Productivity Press.
- Wedgwood, I. D. 2006. *Lean Sigma: A Practitioner's Guide*, Prentice Hall Ptr.
- Womack, J. P., Jones, D. T. and Roos, D. (1990). *The Machine That Changed The World.* New York: Rawson Associates Macimillan Publishing Company, pp.49-55.

## LAMPIRAN 1

### **KUESIONER *BORDA* : IDENTIFIKASI *WASTE* BERBASIS *E-DOWNTIME* PADA PROSES PRODUKSI PUPUK UREA DI UNIT PRODUKSI UREA PABRIK-4 PUPUK KALTIM**

Kuesioner ini merupakan alat ukur yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di penelitian Tugas Akhir. Penyebaran kuesioner ini ditujukan untuk melakukan identifikasi dan analisis terhadap waste berbasis *E-DOWNTIME* pada proses produksi (dari pengaliran bahan baku dari gudang bahan baku hingga pendistribusian produk jadi ke gudang produk jadi) unit produksi Urea Pabrik-4, PT Pupuk Kaltim. Proses produksi yang baik dapat ditunjukkan dengan kemampuan perusahaan dalam mereduksi pemborosan yang ada. Dalam hal ini, pengambilan data akan dilakukan secara langsung kepada *expert* di dalam unit pabrik terkait. Hasil kuesioner akan diolah lebih lanjut dan digunakan untuk kepentingan akademik (penelitian tugas akhir). Atas kerjasama dan kesediaan Bapak/Ibu dalam mengisi kuesioner, kami ucapkan terima kasih.

#### **BIODATA RESPONDEN**

Sebelum mengisi kuesioner lebih lanjut, mohon Bapak/Ibu mengisi biodata yang bertujuan sebagai *database* responden. Data yang diisi akan kami rahasiakan dan tidak disebarluaskan untuk kegiatan komersil atau non akademik lainnya.

Nama : \_\_\_\_\_  
Jabatan : \_\_\_\_\_  
Departemen/Unit Produksi : \_\_\_\_\_  
Mulai bekerja semenjak : Bulan \_\_\_\_\_. Tahun \_\_\_\_\_.

#### **PENJELASAN**

*Waste* merupakan hasil dari penggunaan berlebih sumber daya atau *resource* yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk atau jasa. Terdapat sembilan jenis waste

yang dapat diidentifikasi dalam sebuah perusahaan. Sembilan jenis *waste* ini biasa disebut dengan E-DOWNTIME (Gaspersz and Fontana, 2007). Berikut merupakan macam-macam dan penjelasan mengenai sembilan jenis *waste*.

#### **10. *Environmental, Health and Safety (EHS)***

Jenis pemborosan ini terjadi karena adanya kelalaian dalam memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan prinsip EHS. Kelalaian ini dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja yang berakibat pada timbulnya biaya tambahan, terbuangnya waktu serta penggunaan sumber daya lainnya.

#### **11. *Defects (D)***

Jenis pemborosan ini terjadi karena munculnya kecacatan atau kegagalan produk setelah melalui suatu proses. Pemborosan berupa *defect* berkaitan erat dengan permasalahan kualitas produk. Jenis pemborosan ini berdampak pada timbulnya upaya *rework* atau bahkan terbuangnya bahan baku yang digunakan karena produk sudah tidak dapat diperbaiki. *Rework* yang dilakukan tentunya membutuhkan sumber daya lain seperti biaya tambahan maupun penggunaan tenaga kerja yang berlebih.

#### **12. *Overproduction (O)***

Jenis pemborosan ini terjadi karena produk yang dihasilkan melebihi kuantitas yang dibutuhkan oleh pasar. *Overproduction* disebabkan karena salahnya peramalan kebutuhan pasar, langkah antisipasi terhadap kerusakan mesin serta produk cacat yang dihasilkan, dan lain-lain. *Overproduction* berdampak pada penggunaan sumber daya yang berlebih seperti peningkatan jam tenaga kerja, peningkatan kebutuhan akan penyimpanan dan ruang pada gudang penyimpanan, peningkatan kebutuhan bahan baku yang digunakan, dan lain sebagainya.

#### **13. *Waiting (W)***

*Waiting* atau waktu *idle* merupakan suatu pemborosan karena hal tersebut tidak memberi nilai tambah terhadap produk yang dihasilkan. Produk yang harus menunggu dalam proses produksi telah mengkonsumsi sumber daya yang digunakan dan menimbulkan biaya tambahan. *Work in Process (WIP)* merupakan

penyebab utama timbulnya *waste* ini. Selain itu, WIP juga dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti pergerakan produk yang terlalu berlebihan serta adanya *bottleneck* pada mesin.

#### **14. *Not Utilized/Under-Utilized Employee (N)***

Jenis pemborosan ini timbul karena kurangnya pengetahuan maupun keterampilan dari sumber daya manusia yang digunakan. *Waste* ini tentunya berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan maupun proses produksi yang dilakukan. Salah satu contoh dampak dari *waste* ini ialah timbulnya cacat pada produk yang dihasilkan serta lamanya waktu produksi yang dibutuhkan karena sumber daya manusia yang digunakan kurang terampil. Jenis pemborosan ini juga dapat timbul karena tidak digunakannya pengetahuan, keterampilan dan kemampuan sumber daya manusia yang terlibat pada proses produksi secara optimal.

#### **15. *Transportation (T)***

Jenis pemborosan ini meliputi pemindahan material yang terlalu berlebih dan tidak memberikan nilai tambah terhadap produk sehingga menyebabkan lamanya *lead time* produksi yang dibutuhkan. Penyebab utama dari timbulnya pergerakan yang berlebih ini ialah tata letak atau *layout* fasilitas produksi yang kurang optimal. Penyebab lain yang dapat menyebabkan timbulnya pergerakan yang berlebihan ialah adanya proses *handling* yang tidak diperlukan pada proses produksi.

#### **16. *Inventory (I)***

Pemborosan ini meliputi persediaan berlebih yang ada pada *warehouse* maupun area kerja. Jenis pemborosan ini timbul karena adanya *Overproduction* pada suatu fasilitas produksi. *Inventory* dapat berupa produk jadi yang disimpan pada *warehouse*, bahan baku yang berlebih maupun produk WIP. Salah satu penanggulangan *waste* ini ialah dengan menerapkan konsep *Just-in-Time (JIT)* pada suatu perusahaan, yaitu memproduksi dengan jumlah yang tepat dan pada waktu yang tepat.

#### **17. *Motion (M)***

Jenis pemborosan ini terjadi karena berlebihnya gerakan yang dilakukan dari yang seharusnya sepanjang proses *value stream*. Pergerakan merupakan

*waste* karena perpindahan material atau pekerja tidak memberikan nilai tambah terhadap produk yang dihasilkan. Timbulnya pemborosan ini disebabkan oleh *layout* fasilitas yang kurang optimal, tidak adanya standar kerja pada proses produksi, rendahnya keterampilan pekerja, dan lain-lain.

#### **18. *Excess Processing (E)***

Jenis pemborosan ini terjadi karena adanya langkah ataupun proses produksi yang tidak dibutuhkan sepanjang proses *value stream*. Pemborosan ini meliputi proses atau prosedur yang tidak dibutuhkan dan tidak memberikan nilai tambah pada produk. Salah satu pemborosan *Excess Processing* ialah dilakukannya pemindahan material secara berulang.

#### **BAGIAN I**

Isilah tabel di dengan mengacu pada kondisi riil di unit produksi UUrea Pabrik-4 (dari pengaliran bahan baku dari gudang bahan baku hingga pendistribusian produk jadi ke gudang produk jadi).

No .	Jenis <i>Waste</i>	<i>Waste</i> yang terjadi pada perusahaan
1	<i>Environmental, Health and Safety (EHS)</i>	
2	<i>Defect</i>	
3	<i>Overproduction</i>	



No .	Jenis Waste	Waste yang terjadi pada perusahaan
4	<i>Waiting</i>	
5	<i>Not Utilizing Employee Knowledge, Skill and Attitude (KSA)</i>	
6	<i>Transportation</i>	
7	<i>Over Inventory</i>	
8	<i>Motion</i>	
9	<i>Excessive Processing</i>	

## **BAGIAN II**

Berikan nilai peringkat untuk seluruh jenis *waste* yang telah bapak/ibu jelaskan secara berurutan dari 1 hingga 9 pada setiap kolom kriteria yang telah ditentukan.

<b>No.</b>	<b>Jenis Waste</b>	<b>Peringkat</b>
1	<i>Environmental, Health and Safety (EHS)</i>	
2	<i>Defect</i>	
3	<i>Overproduction</i>	
4	<i>Waiting</i>	
5	<i>Not Utilizing Employee Knowledge, Skill and Attitude (KSA)</i>	
6	<i>Transportation</i>	
7	<i>Over Inventory</i>	
8	<i>Motion</i>	
9	<i>Excessive Processing</i>	

Keterangan :

1 : *Waste* yang memiliki tingkat frekuensi dan keparahan tertinggi

9 : *Waste* yang memiliki tingkat frekuensi dan keparahan terendah

**NB : Dampak dari *waste* dapat berupa hilangnya jam kerja, *loss profit*, kerugian *financial* dan lain-lain.**

Bontang, Mei 2017

Nama Terang & Tanda Tangan

## LAMPIRAN 2

### KUESIONER ANALISA RISIKO : IDENTIFIKASI AKAR PERMASALAHAN PADA *WASTE KRITIS* MENGGUNAKAN KONSEP *RISK RATING*

Kuesioner ini merupakan alat untuk mengetahui tingkat frekuensi kejadian (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*consequence*) dari masing-masing akar penyebab *waste* kritis yang telah diidentifikasi melalui *Root Cause Analysis* (RCA). Kuesioner ini ditujukan langsung kepada responden yang merupakan ahli (*expert*) pada bidang proses produksi Urea Pabrik-4. Hasil kuesioner akan diolah lebih lanjut dan digunakan sebagai kepentingan penelitian lebih lanjut. Atas waktu dan kerjasama Bapak/Ibu dalam pengisian kuesioner, saya ucapkan terima kasih.

#### BIODATA RESPONDEN

Sebelum mengisi kuesioner lebih lanjut, mohon Bapak/Ibu mengisi biodata yang bertujuan sebagai *database* responden. Data yang diisi akan kami rahasiakan dan tidak disebarluaskan untuk kegiatan komersil atau non akademik lainnya.

Nama : \_\_\_\_\_  
Jabatan : \_\_\_\_\_  
Departemen/Unit Produksi : \_\_\_\_\_  
Mulai bekerja semenjak : Bulan \_\_\_\_\_. Tahun \_\_\_\_\_.

#### PENJELASAN

Berikut merupakan penjelasan dan ketentuan skala *likelihood* dan *consequence* yang digunakan untuk menganalisis risiko dari masing-masing akar permasalahan dari setiap *waste kritis*. Penentuan skala dilakukan dengan cara berdiskusi langsung dengan pihak perusahaan.

## **WAITING**

**Tabel Skala Frekuensi Kemunculan Akar Penyebab *Waiting***

<b><i>Likelihood</i></b>	<b><i>Description</i></b>	<b><i>Value</i></b>
<i>Rare</i>	Terjadi dalam rentang waktu tahunan	1
<i>Unlikely</i>	Terjadi 1 kali dalam 1 tahun	2
<i>Possible</i>	Terjadi 1 kali dalam 1 bulan	3
<i>Likely</i>	Terjadi 1 kali dalam 1 minggu	4
<i>Almost Certain</i>	Terjadi 1 kali atau lebih dalam 1 hari	5

Skala frekuensi kemunculan akar penyebab *Waiting* dinilai berdasarkan sering atau tidaknya akar penyebab tersebut muncul atau terjadi pada serangkaian proses yang dilakukan. Skala frekuensi kemunculan akar penyebab memiliki bobot 1 untuk skala jarang (*rare*) dengan kriteria hanya terjadi dalam 1 bulan atau bahkan lebih dari 1 bulan sampai dengan bobot 5 dengan kriteria akar penyebab pasti muncul atau terjadi setiap hari.

**Tabel Skala Dampak Akar Penyebab *Waiting***

<b><i>Consequences</i></b>	<b><i>Description</i></b>	<b><i>Value</i></b>
<i>Insignificant</i>	Tidak mempengaruhi waktu proses produksi	1
<i>Minor</i>	Mempengaruhi waktu proses produksi namun dapat diasumsikan tidak ada atau diabaikan	2
<i>Moderate</i>	Menyebabkan keterlambatan pada proses produksi selama 15-60 menit	3
<i>Major</i>	Menyebabkan keterlambatan pada proses produksi selama 1-3 jam	
<i>Catastropic</i>	Menyebabkan keterlambatan pada proses produksi selama lebih dari 3 jam	5

Skala dampak akar penyebab *Waiting* dinilai berdasarkan besar atau tidaknya dampak dari akar penyebab tersebut. Dampak digolongkan menjadi 5 kriteria yaitu dengan bobot 1 untuk akar penyebab yang tidak memiliki dampak atau pengaruh apapun pada waktu proses produksi sampai dengan bobot 5 yaitu menyebabkan keterlambatan pada proses produksi selama lebih dari 3 jam.

## **DEFECT**

**Tabel Skala Frekuensi Kemunculan Akar Penyebab *Defect***

<b><i>Likelihood</i></b>	<b><i>Description</i></b>	<b><i>Value</i></b>
<i>Rare</i>	Terjadi dalam rentang waktu tahunan	1
<i>Unlikely</i>	Terjadi 1 kali dalam 1 tahun	2
<i>Possible</i>	Terjadi 1 kali dalam 1 bulan	3
<i>Likely</i>	Terjadi 1 kali dalam 1 minggu	4
<i>Almost Certain</i>	Terjadi 1 kali atau lebih dalam 1 hari	5

Skala frekuensi kemunculan akar penyebab *Defect* dinilai berdasarkan sering atau tidaknya akar penyebab tersebut muncul atau terjadi pada serangkaian proses yang dilakukan. Skala frekuensi kemunculan akar penyebab memiliki bobot 1 untuk skala jarang (*rare*) dengan kriteria hanya terjadi dalam 1 bulan atau bahkan lebih dari 1 bulan sampai dengan bobot 5 dengan kriteria akar penyebab pasti muncul atau terjadi setiap hari.

**Tabel Skala Dampak Akar Penyebab *Defect***

<b><i>Consequences</i></b>	<b><i>Description</i></b>	<b><i>Value</i></b>
<i>Insignificant</i>	Tidak mempengaruhi waktu proses produksi dan tidak menyebabkan <i>overtime</i>	1
<i>Minor</i>	Mempengaruhi waktu proses produksi dan menyebabkan <i>overtime</i> < 1 jam	2
<i>Moderate</i>	Mempengaruhi waktu proses produksi dan menyebabkan <i>overtime</i> 1-3 jam	3
	Rework dilakukan pada 10-15% dari total produksi dalam 1 bulan	
<i>Major</i>	Mempengaruhi waktu proses produksi dan menyebabkan <i>overtime</i> 3-5 jam	4
	Rework dilakukan pada 16-30% dari total produksi dalam 1 bulan	
<i>Catastrophic</i>	Mempengaruhi waktu proses produksi dan menyebabkan <i>overtime</i> 5-8 jam	5
	Rework dilakukan pada >31% dari total produksi dalam 1 bulan	

Skala dampak akar penyebab *Defect* dinilai berdasarkan besar atau tidaknya dampak dari akar penyebab tersebut. Dampak digolongkan menjadi 5 kriteria yaitu dengan bobot 1 untuk akar penyebab yang tidak memiliki dampak atau pengaruh apapun pada waktu proses produksi serta tidak menyebabkan *overtime*

terjadi sampai dengan bobot 5 yaitu menyebabkan *overtime* 3-5 jam dan adanya *rework* pada 16-30% dari total produksi selama 1 bulan.

### **PETUNJUK PENGISIAN**

Berilah nilai/bobot untuk *likelihood* dan *consequence* pada kolom yang telah disediakan berdasarkan skala yang telah ditentukan pada tabel-tabel sebelumnya.

**Tabel Penilaian Akar Penyebab Waste Kritis Defect**

<i>Waste</i>	<i>Potential risk</i>	<i>Risk Effect (Consequences)</i>	<i>Consequences</i>	<i>Potential Risk Cause (Likelihood)</i>	<i>Likelihood</i>
<i>Defect</i>	Kandungan N, biuret dan Fe yang tidak sesuai dengan spesifikasi	Pupuk Urea dengan kadar N, biuret dan Fe diluar batas tolerensi dari spesifikasi dikirim kembali menuju Pabrik-4 untuk dilakukan proses <i>rework</i> mulai dari proses <i>sintesis</i> , <i>dekomposisi</i> , sampai dengan pengurangan		Terlambatnya pembersihan <i>anoda</i> dan jarum <i>flowmeter</i>	
				Penggantian dari <i>rubber seal</i> reaktor sintesis yang terlambat	
				Jadwal <i>maintenance</i> yang saling tumpang tindih dengan jadwal pemenuhan target produksi	
				Tidak dilakukannya pengecekan rutin terhadap menara <i>decomposer</i>	
				Tidak dilakukannya pembersihan <i>nozzle</i> secara rutin	
				Inspeksi yang dilakukan departemen laboratorium masih	

<i>Waste</i>	<i>Potential risk</i>	<i>Risk Effect (Consequences)</i>	<i>Consequences</i>	<i>Potential Risk Cause (Likelihood)</i>	<i>Likelihood</i>
				menggunakan metode uji kimia	
				Proses pengambilan sample mengganggu proses kimia yang sedang berjalan	
	Karung pupuk pecah pada gudang produk jadi dan gudang penyangga	Pupuk Urea yang didapati pecah pada baik gudang penyangga, gudang produk jadi maupun pada proses pendistribusiannya dikirimkan kembali menuju Pabrik-4 untuk dilakukan proses pengemasan ulang		Lamanya proses verifikasi yang dilakukan oleh Departemen Keuangan	
				Cuaca buruk menyebabkan pengiriman tertunda	
				Operator kurang berhati-hati	
				Tata letak pada gudang produk jadi yang kurang baik	
				Sistem penyimpanan dan pengambilan barang yang kurang baik	
				Operator melakukan pemindahan dengan cara melempar, membanting atau menyeret karung	

**Tabel Penilaian Akar Penyebab *Waste Kritis Waiting***

<i>Waste</i>	<i>Potential risk</i>	<i>Risk Effect (Consequences)</i>	<i>Consequences</i>	<i>Potential Risk Cause (Likelihood)</i>	<i>Likelihood</i>
<i>Waiting</i>	Menunggu fasilitas produksi memproses produk <i>rework</i>	Unit Urea Pabrik-4 tidak dapat memenuhi target produksi karena proses produksi yang terhambat. Fasilitas produksi tetap berjalan namun untuk memproses produk <i>rework</i>		Banyaknya pupuk Urea <i>defect</i> yang dihasilkan	
				Perbedaan jenis proses antara pupuk <i>rework</i> dan non <i>rework</i>	
	Menunggu proses pergantian <i>part</i> dan komponen mesin	Dilakukannya <i>shutdown</i> pada Urea Pabrik-4 sehingga proses produksi tidak dapat berjalan		tidak dilakukannya <i>preventive maintenance</i> oleh pihak pemeliharaan	
				Tidak dilakukan pengecekan rutin terhadap mesin	
	Menunggu atau melakukan proses <i>start up</i> ulang	Proses <i>start up</i> terhambat atau harus dilakukan kembali		Masih dilakukannya pengecekan kualitas dari bahan penolong oleh Departemen Laboratorium	
				dilakukan <i>Turun Around</i> pada unit Ammonia Pabrik-4	
				Proses penyetujuan berkas transfer bahan baku memakan waktu lama	



Bontang,.....Juni 2017

Nama Terang & Tanda Tangan

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**LAMPIRAN 3**  
***FLOW PROCESS CHART* UNIT UUREA PABRIK-4**

Process	Activity	Machine	Man Power	Time (Menit)	Chart Symbol			
					●	→	■	▼
Proses Pengaliran	Premare compression untuk menyamakan tekanan pada pipa penghubung dan reaktor sintesa	Vacum Compressor	1 orang	1				
	Membuka katup tariki bahan baku untuk mengalirkan bahan baku cair	Panel		1				
	Mengalirkan bahan baku menuju reaktor sintesa	Pipa Penghubung		3				
	Membuka katup bahan penolong untuk mengalirkan bahan penolong	Panel		1				
	Mengalirkan bahan penolong menuju reaktor sintesa	Pipa Penghubung		3				
Sintesis	Feed Treating larutan Amonia dan Karbondioksida	Reaktor	1 orang	3				
	Membuka katup Karbamat kontainer	Panel		1				
	Mengalirkan katalis Karbamat liquid	Pipa Penghubung		2				
	Forming Ammonium liquid dengan bantuan katalis karbamat	Reaktor		4				
Dekomposisi	Premare Compression untuk menyamakan tekanan pipa penghubung dan reaktor purifikasi	Vacum Compressor	1 orang	1				
	Mengalirkan Ammonium Karbamat menuju reaktor purifikasi	Pipa Penghubung		4				
	Stripping Karbon Dioksida dengan tekanan rendah	Reaktor		3				
	Stripping Karbamat dengan tekanan tinggi	Reaktor		2				
Kristalisasi	Mengalirkan Urea liquid menuju reaktor kristalisasi	Pipa Penghubung	1 orang	3				
	Kristalisasi Urea liquid	Reaktor		5				
	Mengalirkan Deion Water menuju reaktor kristalisasi	Pipa Penghubung		3				
	Mengalirkan air menuju reaktor kristalisasi	Pipa Penghubung						
	Pemisahan Urea liquid dan Urea kristal secara sentrifugal	Reaktor		4				
Pengeringan	Perpindahan Urea kristal menuju hopper	Conveyor	1 orang	1.5				
	Membuka Katup Hopper	Panel		1				
	Pemindahan Urea kristal dari hopper menuju melter	Conveyor		1.5				
	Membuka Katup Nozzle	Panel		1				
	Penipuan Udara dengan suhu tinggi menuju melter	nozzle		10				
Pendinginan	Pemindahan Urea kristal menuju prilling tower menggunakan nozzle	nozzle	1 orang	5				
	Penipuan udara bersuhu rendah menuju prilling tower	nozzle		28				
Penyaringan	Pemindahan Urea kristal dari prilling tower menuju mesin granulater menggunakan conveyor	Conveyor	1 orang	2				
	Proses granulasi Urea Kristal	Granulater		6				
	Pemindahan Urea kristal dari granulater menuju mesin screener	Conveyor		2				
	Pemisahan Urea granul berdasarkan ukuran menggunakan mesin screener	Screener		3				
Pengemasan	Urea granul mengalir menuju hopper	Conveyor	1 orang/lini (6 lini)	2				
	Pemasangan karung pada corong	Manual		1.5				
	Pengisian karung dengan pupuk Urea	Katup Hopper		2.7				
	Melipat, memaraikan dan menjahit bagian atas karung	Manual/Over Heater		2.7				
	Meletakkan karung pada conveyor	Manual		1.8				
	Operator penyusun menyiapkan pallet	Manual		1				
	Meletakkan karung pada pallet	Manual	1 orang/lini (6lini)	1.8				
Total				114.5	23	13	0	0

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

#### LAMPIRAN 4\_: PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE*

1			2			3			4			5		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
0	87.2	2.75	89.95	177.15	2.75	179.9	188.3	0	193	206.9	0	212.1	277	2.75
0	87.2	0	89.95	177.15	0	179.9	188.3	4.7	193	206.9	0	212.1	277	0
0	87.2	0	89.95	177.15	0	179.9	188.3	0	193	206.9	5.2	212.1	277	0
0	87.2	0	89.95	177.15	0	179.9	188.3	0	193	206.9	0	212.1	277	0
0	87.2	0	89.95	177.15	0	179.9	188.3	0	193	206.9	0	212.1	277	0
0	87.2	0	89.95	177.15	0	179.9	188.3	0	193	206.9	0	212.1	277	0
0	87.2	0	89.95	177.15	0	179.9	188.3	0	193	206.9	0	212.1	277	0
0	87.2	0	89.95	177.15	0	179.9	188.3	0	193	206.9	0	212.1	277	0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
95.6
109.5
265.2
612
695.3
1736.8
3137.8

<b>SISA BAIK</b>
87.2
8.4
22.3
178
524.8
608.1
1649.6
3050.6

<b>SISA BAIK</b>
78.8
182.8
13.9
169.6
516.4
599.7
1641.2
3042.2

<b>SISA BAIK</b>
64.9
168.9
196.7
155.7
502.5
585.8
1627.3
3028.3

6			7			8			9			10		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
279.75	366.95	2.75	369.7	373.3	0.0	394.5	407.7	0.0	412.4	440.2	0.0	445.4	488	2.8
279.75	366.95	0	369.7	373.3	0.0	394.5	407.7	4.7	412.4	440.2	0.0	445.4	488	0.0
279.75	366.95	0	369.7	373.3	0.0	394.5	407.7	0.0	412.4	440.2	5.2	445.4	488	0.0
279.75	366.95	0	369.70	373.30	21.2	394.50	407.70	0.0	412.40	440.20	0.0	445.40	488.00	0.0
279.75	366.95	0	369.7	373.3	0.0	394.5	407.7	0.0	412.4	440.2	0.0	445.4	488	0.0
279.75	366.95	0	369.7	373.3	0.0	394.5	407.7	0.0	412.4	440.2	0.0	445.4	488	0.0
279.75	366.95	0	369.7	373.3	0.0	394.5	407.7	0.0	412.4	440.2	0.0	445.4	488	0.0
279.75	366.95	0	369.7	373.3	0.0	394.5	407.7	0.0	412.4	440.2	0.0	445.4	488	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
104
131.8
90.8
437.6
520.9
1562.4
2963.4

<b>SISA BAIK</b>
87.2
16.8
44.6
3.6
350.4
433.7
1475.2
2876.2

<b>SISA BAIK</b>
83.6
13.2
41.0
352.4
346.8
430.1
1471.6
2872.6

<b>SISA BAIK</b>
70.4
182.8
27.8
339.2
333.6
416.9
1458.4
2859.4

<b>SISA BAIK</b>
42.6
155.0
196.7
311.4
305.8
389.1
1430.6
2831.6

11			12			13			14			15		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
490.75	577.95	2.8	580.7	605.9	0.0	610.6	652.3	0.0	657.5	677.8	2.8	680.55	767.75	2.8
490.75	577.95	0.0	580.7	605.9	4.7	610.6	652.3	0.0	657.5	677.8	0.0	680.55	767.75	0.0
490.75	577.95	0.0	580.7	605.9	0.0	610.6	652.3	5.2	657.5	677.8	0.0	680.55	767.75	0.0
490.75	577.95	0.0	580.70	605.90	0.0	610.60	652.30	0.0	657.50	677.80	0.0	680.55	767.75	0.0
490.75	577.95	0.0	580.7	605.9	0.0	610.6	652.3	0.0	657.5	677.8	0.0	680.55	767.75	0.0
490.75	577.95	0.0	580.7	605.9	0.0	610.6	652.3	0.0	657.5	677.8	0.0	680.55	767.75	0.0
490.75	577.95	0.0	580.7	605.9	0.0	610.6	652.3	0.0	657.5	677.8	0.0	680.55	767.75	0.0
490.75	577.95	0.0	580.7	605.9	0.0	610.6	652.3	0.0	657.5	677.8	0.0	680.55	767.75	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
112.4
154.1
268.8
263.2
346.5
1388.0
2789.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
25.2
66.9
181.6
176.0
259.3
1300.8
2701.8

<b>SISA BAIK</b>
62.0
182.8
41.7
156.4
150.8
234.1
1275.6
2676.6

<b>SISA BAIK</b>
20.3
141.1
196.7
114.7
109.1
192.4
1233.9
2634.9

<b>SISA BAIK</b>
87.2
120.8
176.4
94.4
88.8
172.1
1213.6
2614.6

16			17			18			19			20		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
770.5	772.1	0.0	850.3	855.9	0.0	877.1	903.5	0.0	908.2	959.5	0.0	1022.5	1024.8	2.8
770.5	772.1	0.0	850.3	855.9	0.0	877.1	903.5	4.7	908.2	959.5	0.0	1022.5	1024.8	0.0
770.5	772.1	0.0	850.3	855.9	0.0	877.1	903.5	0.0	908.2	959.5	0.0	1022.5	1024.8	0.0
770.50	772.10	0.0	850.30	855.90	21.2	877.10	903.50	0.0	908.20	959.50	0.0	1022.50	1024.80	0.0
770.5	772.1	78.2	850.3	855.9	0.0	877.1	903.5	0.0	908.2	959.5	0.0	1022.5	1024.8	0.0
770.5	772.1	0.0	850.3	855.9	0.0	877.1	903.5	0.0	908.2	959.5	63.0	1022.5	1024.8	0.0
770.5	772.1	0.0	850.3	855.9	0.0	877.1	903.5	0.0	908.2	959.5	0.0	1022.5	1024.8	0.0
770.5	772.1	0.0	850.3	855.9	0.0	877.1	903.5	0.0	908.2	959.5	0.0	1022.5	1024.8	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
33.6
89.2
7.2
1.6
84.9
1126.4
2527.4

<b>SISA BAIK</b>
85.6
32.0
87.6
5.6
699.2
83.3
1124.8
2525.8

<b>SISA BAIK</b>
80.0
26.4
82.0
352.4
693.6
77.7
1119.2
2520.2

<b>SISA BAIK</b>
53.6
182.8
55.6
326.0
667.2
51.3
1092.8
2493.8

<b>SISA BAIK</b>
2.3
131.5
4.3
274.7
615.9
782.5
1041.5
2442.5



21			22			23			24			25		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
1027.55	1029.55	0.0	1034.75	1119.95	2.8	1122.7	1164.7	0.0	1169.4	1214.6	2.8	1217.35	1241.65	0.0
1027.55	1029.55	0.0	1034.75	1119.95	0.0	1122.7	1164.7	4.7	1169.4	1214.6	0.0	1217.35	1241.65	0.0
1027.55	1029.55	5.2	1034.75	1119.95	0.0	1122.7	1164.7	0.0	1169.4	1214.6	0.0	1217.35	1241.65	5.2
1027.55	1029.55	0.0	1034.75	1119.95	0.0	1122.70	1164.70	0.0	1169.40	1214.60	0.0	1217.35	1241.65	0.0
1027.55	1029.55	0.0	1034.75	1119.95	0.0	1122.7	1164.7	0.0	1169.4	1214.6	0.0	1217.35	1241.65	0.0
1027.55	1029.55	0.0	1034.75	1119.95	0.0	1122.7	1164.7	0.0	1169.4	1214.6	0.0	1217.35	1241.65	0.0
1027.55	1029.55	0.0	1034.75	1119.95	0.0	1122.7	1164.7	0.0	1169.4	1214.6	0.0	1217.35	1241.65	0.0
1027.55	1029.55	0.0	1034.75	1119.95	0.0	1122.7	1164.7	0.0	1169.4	1214.6	0.0	1217.35	1241.65	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
129.2
2.0
272.4
613.6
780.2
1039.2
2440.2

<b>SISA BAIK</b>
85.2
127.2
196.7
270.4
611.6
778.2
1037.2
2438.2

<b>SISA BAIK</b>
87.2
42.0
111.5
185.2
526.4
693.0
952.0
2353.0

<b>SISA BAIK</b>
45.2
182.8
69.5
143.2
484.4
651.0
910.0
2311.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
137.6
24.3
98.0
439.2
605.8
864.8
2265.8

26			27			28			29			30		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
1246.85	1309.75	2.8	1312.5	1323.3	0.0	1344.5	1384.1	0.0	1388.8	1425.6	2.8	1428.35	1474.95	0.0
1246.85	1309.75	0.0	1312.5	1323.3	0.0	1344.5	1384.1	4.7	1388.8	1425.6	0.0	1428.35	1474.95	0.0
1246.85	1309.75	0.0	1312.5	1323.3	0.0	1344.5	1384.1	0.0	1388.8	1425.6	0.0	1428.35	1474.95	5.2
1246.85	1309.75	0.0	1312.50	1323.30	21.2	1344.50	1384.10	0.0	1388.80	1425.60	0.0	1428.35	1474.95	0.0
1246.85	1309.75	0.0	1312.5	1323.3	0.0	1344.5	1384.1	0.0	1388.8	1425.6	0.0	1428.35	1474.95	0.0
1246.85	1309.75	0.0	1312.5	1323.3	0.0	1344.5	1384.1	0.0	1388.8	1425.6	0.0	1428.35	1474.95	0.0
1246.85	1309.75	0.0	1312.5	1323.3	0.0	1344.5	1384.1	0.0	1388.8	1425.6	0.0	1428.35	1474.95	0.0
1246.85	1309.75	0.0	1312.5	1323.3	0.0	1344.5	1384.1	0.0	1388.8	1425.6	0.0	1428.35	1474.95	0.0

<b>SISA BAIK</b>
62.9
113.3
196.7
73.7
414.9
581.5
840.5
2241.5

<b>SISA BAIK</b>
87.2
50.4
133.8
10.8
352.0
518.6
777.6
2178.6

<b>SISA BAIK</b>
76.4
39.6
123.0
352.4
341.2
507.8
766.8
2167.8

<b>SISA BAIK</b>
36.8
182.8
83.4
312.8
301.6
468.2
727.2
2128.2

<b>SISA BAIK</b>
87.2
146.0
46.6
276.0
264.8
431.4
690.4
2091.4

31			32			33			34			35		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
1480.15	1520.75	2.8	1523.5	1582.3	0.0	1587	1615.4	2.8	1618.15	1687.05	0.0	1692.25	1710.55	2.8
1480.15	1520.75	0.0	1523.5	1582.3	4.7	1587	1615.4	0.0	1618.15	1687.05	0.0	1692.25	1710.55	0.0
1480.15	1520.75	0.0	1523.5	1582.3	0.0	1587	1615.4	0.0	1618.15	1687.05	5.2	1692.25	1710.55	0.0
1480.15	1520.75	0.0	1523.50	1582.30	0.0	1587.00	1615.40	0.0	1618.15	1687.05	0.0	1692.25	1710.55	0.0
1480.15	1520.75	0.0	1523.5	1582.3	0.0	1587	1615.4	0.0	1618.15	1687.05	0.0	1692.25	1710.55	0.0
1480.15	1520.75	0.0	1523.5	1582.3	0.0	1587	1615.4	0.0	1618.15	1687.05	0.0	1692.25	1710.55	0.0
1480.15	1520.75	0.0	1523.5	1582.3	0.0	1587	1615.4	0.0	1618.15	1687.05	0.0	1692.25	1710.55	0.0
1480.15	1520.75	0.0	1523.5	1582.3	0.0	1587	1615.4	0.0	1618.15	1687.05	0.0	1692.25	1710.55	0.0

<b>SISA BAIK</b>
40.6
99.4
196.7
229.4
218.2
384.8
643.8
2044.8

<b>SISA BAIK</b>
87.2
58.8
156.1
188.8
177.6
344.2
603.2
2004.2

<b>SISA BAIK</b>
28.4
182.8
97.3
130.0
118.8
285.4
544.4
1945.4

<b>SISA BAIK</b>
87.2
154.4
68.9
101.6
90.4
257.0
516.0
1917.0

<b>SISA BAIK</b>
18.3
85.5
196.7
32.7
21.5
188.1
447.1
1848.1

36			37			38			39			40		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
1713.3	1716.5	0.0	1794.7	1805.9	0.0	1827.1	1879.9	0.0	1884.6	1904.6	2.8	1907.35	1989.95	0.0
1713.3	1716.5	0.0	1794.7	1805.9	0.0	1827.1	1879.9	4.7	1884.6	1904.6	0.0	1907.35	1989.95	0.0
1713.3	1716.5	0.0	1794.7	1805.9	0.0	1827.1	1879.9	0.0	1884.6	1904.6	0.0	1907.35	1989.95	0.0
1713.30	1716.50	0.0	1794.70	1805.90	21.2	1827.10	1879.90	0.0	1884.60	1904.60	0.0	1907.35	1989.95	0.0
1713.3	1716.5	78.2	1794.7	1805.9	0.0	1827.1	1879.9	0.0	1884.6	1904.6	0.0	1907.35	1989.95	0.0
1713.3	1716.5	0.0	1794.7	1805.9	0.0	1827.1	1879.9	0.0	1884.6	1904.6	0.0	1907.35	1989.95	63.0
1713.3	1716.5	0.0	1794.7	1805.9	0.0	1827.1	1879.9	0.0	1884.6	1904.6	0.0	1907.35	1989.95	0.0
1713.3	1716.5	0.0	1794.7	1805.9	0.0	1827.1	1879.9	0.0	1884.6	1904.6	0.0	1907.35	1989.95	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
67.2
178.4
14.4
3.2
169.8
428.8
1829.8

<b>SISA BAIK</b>
84.0
64.0
175.2
11.2
699.2
166.6
425.6
1826.6

<b>SISA BAIK</b>
72.8
52.8
164.0
352.4
688.0
155.4
414.4
1815.4

<b>SISA BAIK</b>
20.0
182.8
111.2
299.6
635.2
102.6
361.6
1762.6

<b>SISA BAIK</b>
87.2
162.8
91.2
279.6
615.2
82.6
341.6
1742.6

41			42			43			44			45		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
2052.95	2057.55	2.8	2060.3	2064.3	0.0	2069.5	2141.1	0.0	2145.8	2157.4	2.8	2160.15	2247.35	2.8
2052.95	2057.55	0.0	2060.3	2064.3	0.0	2069.5	2141.1	4.7	2145.8	2157.4	0.0	2160.15	2247.35	0.0
2052.95	2057.55	0.0	2060.3	2064.3	5.2	2069.5	2141.1	0.0	2145.8	2157.4	0.0	2160.15	2247.35	0.0
2052.95	2057.55	0.0	2060.30	2064.30	0.0	2069.50	2141.10	0.0	2145.80	2157.40	0.0	2160.15	2247.35	0.0
2052.95	2057.55	0.0	2060.3	2064.3	0.0	2069.5	2141.1	0.0	2145.8	2157.4	0.0	2160.15	2247.35	0.0
2052.95	2057.55	0.0	2060.3	2064.3	0.0	2069.5	2141.1	0.0	2145.8	2157.4	0.0	2160.15	2247.35	0.0
2052.95	2057.55	0.0	2060.3	2064.3	0.0	2069.5	2141.1	0.0	2145.8	2157.4	0.0	2160.15	2247.35	0.0
2052.95	2057.55	0.0	2060.3	2064.3	0.0	2069.5	2141.1	0.0	2145.8	2157.4	0.0	2160.15	2247.35	0.0

<b>SISA BAIK</b>
4.6
80.2
8.6
197.0
532.6
782.5
259.0
1660.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
75.6
4.0
192.4
528.0
777.9
254.4
1655.4

<b>SISA BAIK</b>
83.2
71.6
196.7
188.4
524.0
773.9
250.4
1651.4

<b>SISA BAIK</b>
11.6
182.8
125.1
116.8
452.4
702.3
178.8
1579.8

<b>SISA BAIK</b>
87.2
171.2
113.5
105.2
440.8
690.7
167.2
1568.2

46			47			48			49			50		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
2250.1	2268.1	0.0	2289.3	2297.6	0.0	2302.8	2356.5	0.0	2532.8	2536.8	0.0	2541.5	2544.7	2.8
2250.1	2268.1	0.0	2289.3	2297.6	0.0	2302.8	2356.5	0.0	2532.8	2536.8	4.7	2541.5	2544.7	0.0
2250.1	2268.1	0.0	2289.3	2297.6	5.2	2302.8	2356.5	0.0	2532.8	2536.8	0.0	2541.5	2544.7	0.0
2250.10	2268.10	21.2	2289.30	2297.60	0.0	2302.80	2356.50	0.0	2532.80	2536.80	0.0	2541.50	2544.70	0.0
2250.1	2268.1	0.0	2289.3	2297.6	0.0	2302.8	2356.5	0.0	2532.8	2536.8	0.0	2541.5	2544.7	0.0
2250.1	2268.1	0.0	2289.3	2297.6	0.0	2302.8	2356.5	0.0	2532.8	2536.8	0.0	2541.5	2544.7	0.0
2250.1	2268.1	0.0	2289.3	2297.6	0.0	2302.8	2356.5	176.3	2532.8	2536.8	0.0	2541.5	2544.7	0.0
2250.1	2268.1	0.0	2289.3	2297.6	0.0	2302.8	2356.5	0.0	2532.8	2536.8	0.0	2541.5	2544.7	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
84.0
26.3
18.0
353.6
603.5
80.0
1481.0

<b>SISA BAIK</b>
69.2
66.0
8.3
352.4
335.6
585.5
62.0
1463.0

<b>SISA BAIK</b>
60.9
57.7
196.7
344.1
327.3
577.2
53.7
1454.7

<b>SISA BAIK</b>
7.2
4.0
143.0
290.4
273.6
523.5
1824.0
1401.0

<b>SISA BAIK</b>
3.2
182.8
139.0
286.4
269.6
519.5
1820.0
1397.0

51			52			53			54			55		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
2547.45	2634.65	2.8	2637.4	2686	0.0	2691.2	2729.8	2.8	2732.55	2737.75	0.0	2742.45	2824.45	2.8
2547.45	2634.65	0.0	2637.4	2686	0.0	2691.2	2729.8	0.0	2732.55	2737.75	4.7	2742.45	2824.45	0.0
2547.45	2634.65	0.0	2637.4	2686	5.2	2691.2	2729.8	0.0	2732.55	2737.75	0.0	2742.45	2824.45	0.0
2547.45	2634.65	0.0	2637.40	2686.00	0.0	2691.20	2729.80	0.0	2732.55	2737.75	0.0	2742.45	2824.45	0.0
2547.45	2634.65	0.0	2637.4	2686	0.0	2691.2	2729.8	0.0	2732.55	2737.75	0.0	2742.45	2824.45	0.0
2547.45	2634.65	0.0	2637.4	2686	0.0	2691.2	2729.8	0.0	2732.55	2737.75	0.0	2742.45	2824.45	0.0
2547.45	2634.65	0.0	2637.4	2686	0.0	2691.2	2729.8	0.0	2732.55	2737.75	0.0	2742.45	2824.45	0.0
2547.45	2634.65	0.0	2637.4	2686	0.0	2691.2	2729.8	0.0	2732.55	2737.75	0.0	2742.45	2824.45	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
179.6
135.8
283.2
266.4
516.3
1816.8
1393.8

<b>SISA BAIK</b>
87.2
92.4
48.6
196.0
179.2
429.1
1729.6
1306.6

<b>SISA BAIK</b>
38.6
43.8
196.7
147.4
130.6
380.5
1681.0
1258.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
5.2
158.1
108.8
92.0
341.9
1642.4
1219.4

<b>SISA BAIK</b>
82.0
182.8
152.9
103.6
86.8
336.7
1637.2
1214.2

56			57			58			59			60		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
2827.2	2832	0.0	2910.2	2927	0.0	2948.2	2997.5	0.0	3002.7	3019	2.8	3021.75	3035.35	0.0
2827.2	2832	0.0	2910.2	2927	0.0	2948.2	2997.5	0.0	3002.7	3019	0.0	3021.75	3035.35	4.7
2827.2	2832	0.0	2910.2	2927	0.0	2948.2	2997.5	5.2	3002.7	3019	0.0	3021.75	3035.35	0.0
2827.20	2832.00	0.0	2910.20	2927.00	21.2	2948.20	2997.50	0.0	3002.70	3019.00	0.0	3021.75	3035.35	0.0
2827.2	2832	78.2	2910.2	2927	0.0	2948.2	2997.5	0.0	3002.7	3019	0.0	3021.75	3035.35	0.0
2827.2	2832	0.0	2910.2	2927	0.0	2948.2	2997.5	0.0	3002.7	3019	0.0	3021.75	3035.35	0.0
2827.2	2832	0.0	2910.2	2927	0.0	2948.2	2997.5	0.0	3002.7	3019	0.0	3021.75	3035.35	0.0
2827.2	2832	0.0	2910.2	2927	0.0	2948.2	2997.5	0.0	3002.7	3019	0.0	3021.75	3035.35	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
100.8
70.9
21.6
4.8
254.7
1555.2
1132.2

<b>SISA BAIK</b>
82.4
96.0
66.1
16.8
699.2
249.9
1550.4
1127.4

<b>SISA BAIK</b>
65.6
79.2
49.3
352.4
682.4
233.1
1533.6
1110.6

<b>SISA BAIK</b>
16.3
29.9
196.7
303.1
633.1
183.8
1484.3
1061.3

<b>SISA BAIK</b>
87.2
13.6
180.4
286.8
616.8
167.5
1468.0
1045.0



61			62			63			64			65		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
3040.05	3113.65	2.8	3116.4	3196.7	0.0	3259.7	3266.6	2.8	3269.35	3275.35	0.0	3280.55	3296.55	0.0
3040.05	3113.65	0.0	3116.4	3196.7	0.0	3259.7	3266.6	0.0	3269.35	3275.35	0.0	3280.55	3296.55	4.7
3040.05	3113.65	0.0	3116.4	3196.7	0.0	3259.7	3266.6	0.0	3269.35	3275.35	5.2	3280.55	3296.55	0.0
3040.05	3113.65	0.0	3116.40	3196.70	0.0	3259.70	3266.60	0.0	3269.35	3275.35	0.0	3280.55	3296.55	0.0
3040.05	3113.65	0.0	3116.4	3196.7	0.0	3259.7	3266.6	0.0	3269.35	3275.35	0.0	3280.55	3296.55	0.0
3040.05	3113.65	0.0	3116.4	3196.7	63.0	3259.7	3266.6	0.0	3269.35	3275.35	0.0	3280.55	3296.55	0.0
3040.05	3113.65	0.0	3116.4	3196.7	0.0	3259.7	3266.6	0.0	3269.35	3275.35	0.0	3280.55	3296.55	0.0
3040.05	3113.65	0.0	3116.4	3196.7	0.0	3259.7	3266.6	0.0	3269.35	3275.35	0.0	3280.55	3296.55	0.0

<b>SISA BAIK</b>
73.6
182.8
166.8
273.2
603.2
153.9
1454.4
1031.4

<b>SISA BAIK</b>
87.2
109.2
93.2
199.6
529.6
80.3
1380.8
957.8

<b>SISA BAIK</b>
6.9
28.9
12.9
119.3
449.3
782.5
1300.5
877.5

<b>SISA BAIK</b>
87.2
22.0
6.0
112.4
442.4
775.6
1293.6
870.6

<b>SISA BAIK</b>
81.2
16.0
196.7
106.4
436.4
769.6
1287.6
864.6

66			67			68			69			70		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
3301.25	3366.45	2.8	3369.2	3394.4	0.0	3415.6	3477.6	2.8	3480.35	3508.65	0.0	3513.85	3515.95	0.0
3301.25	3366.45	0.0	3369.2	3394.4	0.0	3415.6	3477.6	0.0	3480.35	3508.65	0.0	3513.85	3515.95	4.7
3301.25	3366.45	0.0	3369.2	3394.4	0.0	3415.6	3477.6	0.0	3480.35	3508.65	5.2	3513.85	3515.95	0.0
3301.25	3366.45	0.0	3369.20	3394.40	21.2	3415.60	3477.60	0.0	3480.35	3508.65	0.0	3513.85	3515.95	0.0
3301.25	3366.45	0.0	3369.2	3394.4	0.0	3415.6	3477.6	0.0	3480.35	3508.65	0.0	3513.85	3515.95	0.0
3301.25	3366.45	0.0	3369.2	3394.4	0.0	3415.6	3477.6	0.0	3480.35	3508.65	0.0	3513.85	3515.95	0.0
3301.25	3366.45	0.0	3369.2	3394.4	0.0	3415.6	3477.6	0.0	3480.35	3508.65	0.0	3513.85	3515.95	0.0
3301.25	3366.45	0.0	3369.2	3394.4	0.0	3415.6	3477.6	0.0	3480.35	3508.65	0.0	3513.85	3515.95	0.0

<b>SISA BAIK</b>
65.2
182.8
180.7
90.4
420.4
753.6
1271.6
848.6

<b>SISA BAIK</b>
87.2
117.6
115.5
25.2
355.2
688.4
1206.4
783.4

<b>SISA BAIK</b>
62.0
92.4
90.3
352.4
330.0
663.2
1181.2
758.2

<b>SISA BAIK</b>
87.2
30.4
28.3
290.4
268.0
601.2
1119.2
696.2

<b>SISA BAIK</b>
58.9
2.1
196.7
262.1
239.7
572.9
1090.9
667.9

71			72			73			74			75		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
3520.65	3577.45	2.8	3580.2	3667.4	2.8	3670.15	3708.95	0.0	3713.65	3725.45	0.0	3730.65	3767.25	2.8
3520.65	3577.45	0.0	3580.2	3667.4	0.0	3670.15	3708.95	4.7	3713.65	3725.45	0.0	3730.65	3767.25	0.0
3520.65	3577.45	0.0	3580.2	3667.4	0.0	3670.15	3708.95	0.0	3713.65	3725.45	5.2	3730.65	3767.25	0.0
3520.65	3577.45	0.0	3580.20	3667.40	0.0	3670.15	3708.95	0.0	3713.65	3725.45	0.0	3730.65	3767.25	0.0
3520.65	3577.45	0.0	3580.2	3667.4	0.0	3670.15	3708.95	0.0	3713.65	3725.45	0.0	3730.65	3767.25	0.0
3520.65	3577.45	0.0	3580.2	3667.4	0.0	3670.15	3708.95	0.0	3713.65	3725.45	0.0	3730.65	3767.25	0.0
3520.65	3577.45	0.0	3580.2	3667.4	0.0	3670.15	3708.95	0.0	3713.65	3725.45	0.0	3730.65	3767.25	0.0
3520.65	3577.45	0.0	3580.2	3667.4	0.0	3670.15	3708.95	0.0	3713.65	3725.45	0.0	3730.65	3767.25	0.0

<b>SISA BAIK</b>
56.8
182.8
194.6
260.0
237.6
570.8
1088.8
665.8

<b>SISA BAIK</b>
87.2
126.0
137.8
203.2
180.8
514.0
1032.0
609.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
38.8
50.6
116.0
93.6
426.8
944.8
521.8

<b>SISA BAIK</b>
48.4
182.8
11.8
77.2
54.8
388.0
906.0
483.0

<b>SISA BAIK</b>
36.6
171.0
196.7
65.4
43.0
376.2
894.2
471.2

76			77			78			79			80		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
3770	3776.4	0.0	3854.6	3877	0.0	3898.2	3956.6	2.8	3959.35	4006.55	0.0	4011.25	4036.95	0.0
3770	3776.4	0.0	3854.6	3877	0.0	3898.2	3956.6	0.0	3959.35	4006.55	4.7	4011.25	4036.95	0.0
3770	3776.4	0.0	3854.6	3877	0.0	3898.2	3956.6	0.0	3959.35	4006.55	0.0	4011.25	4036.95	5.2
3770.00	3776.40	0.0	3854.60	3877.00	21.2	3898.20	3956.60	0.0	3959.35	4006.55	0.0	4011.25	4036.95	0.0
3770	3776.4	78.2	3854.6	3877	0.0	3898.2	3956.6	0.0	3959.35	4006.55	0.0	4011.25	4036.95	0.0
3770	3776.4	0.0	3854.6	3877	0.0	3898.2	3956.6	0.0	3959.35	4006.55	0.0	4011.25	4036.95	0.0
3770	3776.4	0.0	3854.6	3877	0.0	3898.2	3956.6	0.0	3959.35	4006.55	0.0	4011.25	4036.95	0.0
3770	3776.4	0.0	3854.6	3877	0.0	3898.2	3956.6	0.0	3959.35	4006.55	0.0	4011.25	4036.95	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
134.4
160.1
28.8
6.4
339.6
857.6
434.6

<b>SISA BAIK</b>
80.8
128.0
153.7
22.4
699.2
333.2
851.2
428.2

<b>SISA BAIK</b>
58.4
105.6
131.3
352.4
676.8
310.8
828.8
405.8

<b>SISA BAIK</b>
87.2
47.2
72.9
294.0
618.4
252.4
770.4
347.4

<b>SISA BAIK</b>
40.0
182.8
25.7
246.8
571.2
205.2
723.2
300.2

81			82			83			84			85		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
4042.15	4056.45	2.8	4059.2	4146.4	2.8	4149.15	4204.75	0.0	4209.45	4231.85	0.0	4294.85	4304.05	2.8
4042.15	4056.45	0.0	4059.2	4146.4	0.0	4149.15	4204.75	4.7	4209.45	4231.85	0.0	4294.85	4304.05	0.0
4042.15	4056.45	0.0	4059.2	4146.4	0.0	4149.15	4204.75	0.0	4209.45	4231.85	0.0	4294.85	4304.05	0.0
4042.15	4056.45	0.0	4059.20	4146.40	0.0	4149.15	4204.75	0.0	4209.45	4231.85	0.0	4294.85	4304.05	0.0
4042.15	4056.45	0.0	4059.2	4146.4	0.0	4149.15	4204.75	0.0	4209.45	4231.85	0.0	4294.85	4304.05	0.0
4042.15	4056.45	0.0	4059.2	4146.4	0.0	4149.15	4204.75	0.0	4209.45	4231.85	63.0	4294.85	4304.05	0.0
4042.15	4056.45	0.0	4059.2	4146.4	0.0	4149.15	4204.75	0.0	4209.45	4231.85	0.0	4294.85	4304.05	0.0
4042.15	4056.45	0.0	4059.2	4146.4	0.0	4149.15	4204.75	0.0	4209.45	4231.85	0.0	4294.85	4304.05	0.0

SISA BAIK
14.3
157.1
196.7
221.1
545.5
179.5
697.5
274.5

SISA BAIK
87.2
142.8
182.4
206.8
531.2
165.2
683.2
260.2

SISA BAIK
87.2
55.6
95.2
119.6
444.0
78.0
596.0
173.0

SISA BAIK
31.6
182.8
39.6
64.0
388.4
22.4
540.4
117.4

SISA BAIK
9.2
160.4
17.2
41.6
366.0
782.5
518.0
95.0

86			87			88			89			90		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
4306.8	4314.8	0.0	4320	4344.4	0.0	4365.6	4419	0.0	4643.8	4645.2	2.8	4647.95	4711.95	0.0
4306.8	4314.8	0.0	4320	4344.4	0.0	4365.6	4419	0.0	4643.8	4645.2	0.0	4647.95	4711.95	4.7
4306.8	4314.8	5.2	4320	4344.4	0.0	4365.6	4419	0.0	4643.8	4645.2	0.0	4647.95	4711.95	0.0
4306.80	4314.80	0.0	4320.00	4344.40	21.2	4365.60	4419.00	0.0	4643.80	4645.20	0.0	4647.95	4711.95	0.0
4306.8	4314.8	0.0	4320	4344.4	0.0	4365.6	4419	0.0	4643.8	4645.2	0.0	4647.95	4711.95	0.0
4306.8	4314.8	0.0	4320	4344.4	0.0	4365.6	4419	0.0	4643.8	4645.2	0.0	4647.95	4711.95	0.0
4306.8	4314.8	0.0	4320	4344.4	0.0	4365.6	4419	0.0	4643.8	4645.2	0.0	4647.95	4711.95	0.0
4306.8	4314.8	0.0	4320	4344.4	0.0	4365.6	4419	224.8	4643.8	4645.2	0.0	4647.95	4711.95	0.0

SISA BAIK
87.2
151.2
8.0
32.4
356.8
773.3
508.8
85.8

SISA BAIK
79.2
143.2
196.7
24.4
348.8
765.3
500.8
77.8

SISA BAIK
54.8
118.8
172.3
352.4
324.4
740.9
476.4
53.4

SISA BAIK
1.4
65.4
118.9
299.0
271.0
687.5
423.0
3225.0

SISA BAIK
87.2
64.0
117.5
297.6
269.6
686.1
421.6
3223.6

91			92			93			94			95		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
4716.65	4739.85	2.8	4742.6	4772.9	0.0	4778.1	4835	2.8	4837.75	4910.15	0.0	4914.85	4929.65	2.8
4716.65	4739.85	0.0	4742.6	4772.9	0.0	4778.1	4835	0.0	4837.75	4910.15	4.7	4914.85	4929.65	0.0
4716.65	4739.85	0.0	4742.6	4772.9	5.2	4778.1	4835	0.0	4837.75	4910.15	0.0	4914.85	4929.65	0.0
4716.65	4739.85	0.0	4742.60	4772.90	0.0	4778.10	4835.00	0.0	4837.75	4910.15	0.0	4914.85	4929.65	0.0
4716.65	4739.85	0.0	4742.6	4772.9	0.0	4778.1	4835	0.0	4837.75	4910.15	0.0	4914.85	4929.65	0.0
4716.65	4739.85	0.0	4742.6	4772.9	0.0	4778.1	4835	0.0	4837.75	4910.15	0.0	4914.85	4929.65	0.0
4716.65	4739.85	0.0	4742.6	4772.9	0.0	4778.1	4835	0.0	4837.75	4910.15	0.0	4914.85	4929.65	0.0
4716.65	4739.85	0.0	4742.6	4772.9	0.0	4778.1	4835	0.0	4837.75	4910.15	0.0	4914.85	4929.65	0.0

<b>SISA BAIK</b>
23.2
182.8
53.5
233.6
205.6
622.1
357.6
3159.6

<b>SISA BAIK</b>
87.2
159.6
30.3
210.4
182.4
598.9
334.4
3136.4

<b>SISA BAIK</b>
56.9
129.3
196.7
180.1
152.1
568.6
304.1
3106.1

<b>SISA BAIK</b>
87.2
72.4
139.8
123.2
95.2
511.7
247.2
3049.2

<b>SISA BAIK</b>
14.8
182.8
67.4
50.8
22.8
439.3
174.8
2976.8

96			97			98			99			100		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
4932.4	4940.4	0.0	5018.6	5046.6	0.0	5067.8	5084.4	0.0	5089.6	5124.2	2.8	5126.95	5199.75	0.0
4932.4	4940.4	0.0	5018.6	5046.6	0.0	5067.8	5084.4	0.0	5089.6	5124.2	0.0	5126.95	5199.75	0.0
4932.4	4940.4	0.0	5018.6	5046.6	0.0	5067.8	5084.4	5.2	5089.6	5124.2	0.0	5126.95	5199.75	0.0
4932.40	4940.40	0.0	5018.60	5046.60	21.2	5067.80	5084.40	0.0	5089.60	5124.20	0.0	5126.95	5199.75	0.0
4932.4	4940.4	78.2	5018.6	5046.6	0.0	5067.8	5084.4	0.0	5089.6	5124.2	0.0	5126.95	5199.75	0.0
4932.4	4940.4	0.0	5018.6	5046.6	0.0	5067.8	5084.4	0.0	5089.6	5124.2	0.0	5126.95	5199.75	0.0
4932.4	4940.4	0.0	5018.6	5046.6	0.0	5067.8	5084.4	0.0	5089.6	5124.2	0.0	5126.95	5199.75	176.3
4932.4	4940.4	0.0	5018.6	5046.6	0.0	5067.8	5084.4	0.0	5089.6	5124.2	0.0	5126.95	5199.75	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
168.0
52.6
36.0
8.0
424.5
160.0
2962.0

<b>SISA BAIK</b>
79.2
160.0
44.6
28.0
699.2
416.5
152.0
2954.0

<b>SISA BAIK</b>
51.2
132.0
16.6
352.4
671.2
388.5
124.0
2926.0

<b>SISA BAIK</b>
34.6
115.4
196.7
335.8
654.6
371.9
107.4
2909.4

<b>SISA BAIK</b>
87.2
80.8
162.1
301.2
620.0
337.3
72.8
2874.8



101			102			103			104			105		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
5376.05	5384.05	0.0	5388.75	5395.15	2.8	5397.9	5472.8	0.0	5478	5490.3	2.8	5493.05	5580.25	2.8
5376.05	5384.05	4.7	5388.75	5395.15	0.0	5397.9	5472.8	0.0	5478	5490.3	0.0	5493.05	5580.25	0.0
5376.05	5384.05	0.0	5388.75	5395.15	0.0	5397.9	5472.8	5.2	5478	5490.3	0.0	5493.05	5580.25	0.0
5376.05	5384.05	0.0	5388.75	5395.15	0.0	5397.90	5472.80	0.0	5478.00	5490.30	0.0	5493.05	5580.25	0.0
5376.05	5384.05	0.0	5388.75	5395.15	0.0	5397.9	5472.8	0.0	5478	5490.3	0.0	5493.05	5580.25	0.0
5376.05	5384.05	0.0	5388.75	5395.15	0.0	5397.9	5472.8	0.0	5478	5490.3	0.0	5493.05	5580.25	0.0
5376.05	5384.05	0.0	5388.75	5395.15	0.0	5397.9	5472.8	0.0	5478	5490.3	0.0	5493.05	5580.25	0.0
5376.05	5384.05	0.0	5388.75	5395.15	0.0	5397.9	5472.8	0.0	5478	5490.3	0.0	5493.05	5580.25	0.0

<b>SISA BAIK</b>
14.4
8.0
89.3
228.4
547.2
264.5
1824.0
2802.0

<b>SISA BAIK</b>
6.4
182.8
81.3
220.4
539.2
256.5
1816.0
2794.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
176.4
74.9
214.0
532.8
250.1
1809.6
2787.6

<b>SISA BAIK</b>
12.3
101.5
196.7
139.1
457.9
175.2
1734.7
2712.7

<b>SISA BAIK</b>
87.2
89.2
184.4
126.8
445.6
162.9
1722.4
2700.4

106			107			108			109			110		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
5583	5585	0.0	5589.7	5627.3	0.0	5648.5	5684.6	0.0	5747.6	5759.1	2.8	5761.85	5771.85	0.0
5583	5585	4.7	5589.7	5627.3	0.0	5648.5	5684.6	0.0	5747.6	5759.1	0.0	5761.85	5771.85	0.0
5583	5585	0.0	5589.7	5627.3	0.0	5648.5	5684.6	0.0	5747.6	5759.1	0.0	5761.85	5771.85	5.2
5583.00	5585.00	0.0	5589.70	5627.30	21.2	5648.50	5684.60	0.0	5747.60	5759.10	0.0	5761.85	5771.85	0.0
5583	5585	0.0	5589.7	5627.3	0.0	5648.5	5684.6	0.0	5747.6	5759.1	0.0	5761.85	5771.85	0.0
5583	5585	0.0	5589.7	5627.3	0.0	5648.5	5684.6	63.0	5747.6	5759.1	0.0	5761.85	5771.85	0.0
5583	5585	0.0	5589.7	5627.3	0.0	5648.5	5684.6	0.0	5747.6	5759.1	0.0	5761.85	5771.85	0.0
5583	5585	0.0	5589.7	5627.3	0.0	5648.5	5684.6	0.0	5747.6	5759.1	0.0	5761.85	5771.85	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
2.0
97.2
39.6
358.4
75.7
1635.2
2613.2

<b>SISA BAIK</b>
85.2
182.8
95.2
37.6
356.4
73.7
1633.2
2611.2

<b>SISA BAIK</b>
47.6
145.2
57.6
352.4
318.8
36.1
1595.6
2573.6

<b>SISA BAIK</b>
11.5
109.1
21.5
316.3
282.7
782.5
1559.5
2537.5

<b>SISA BAIK</b>
87.2
97.6
10.0
304.8
271.2
771.0
1548.0
2526.0

111			112			113			114			115		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
5777.05	5854.25	2.8	5857	5867.4	0.0	5872.1	5948.9	2.8	5951.65	5983.95	0.0	5989.15	6044.05	2.8
5777.05	5854.25	0.0	5857	5867.4	4.7	5872.1	5948.9	0.0	5951.65	5983.95	0.0	5989.15	6044.05	0.0
5777.05	5854.25	0.0	5857	5867.4	0.0	5872.1	5948.9	0.0	5951.65	5983.95	5.2	5989.15	6044.05	0.0
5777.05	5854.25	0.0	5857.00	5867.40	0.0	5872.10	5948.90	0.0	5951.65	5983.95	0.0	5989.15	6044.05	0.0
5777.05	5854.25	0.0	5857	5867.4	0.0	5872.1	5948.9	0.0	5951.65	5983.95	0.0	5989.15	6044.05	0.0
5777.05	5854.25	0.0	5857	5867.4	0.0	5872.1	5948.9	0.0	5951.65	5983.95	0.0	5989.15	6044.05	0.0
5777.05	5854.25	0.0	5857	5867.4	0.0	5872.1	5948.9	0.0	5951.65	5983.95	0.0	5989.15	6044.05	0.0
5777.05	5854.25	0.0	5857	5867.4	0.0	5872.1	5948.9	0.0	5951.65	5983.95	0.0	5989.15	6044.05	0.0

<b>SISA BAIK</b>
77.2
87.6
196.7
294.8
261.2
761.0
1538.0
2516.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
10.4
119.5
217.6
184.0
683.8
1460.8
2438.8

<b>SISA BAIK</b>
76.8
182.8
109.1
207.2
173.6
673.4
1450.4
2428.4

<b>SISA BAIK</b>
87.2
106.0
32.3
130.4
96.8
596.6
1373.6
2351.6

<b>SISA BAIK</b>
54.9
73.7
196.7
98.1
64.5
564.3
1341.3
2319.3

116			117			118			119			120		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
6046.8	6056.4	0.0	6134.6	6143.8	0.0	6148.5	6172.9	0.0	6194.1	6238.1	2.8	6240.85	6295.45	0.0
6046.8	6056.4	0.0	6134.6	6143.8	4.7	6148.5	6172.9	0.0	6194.1	6238.1	0.0	6240.85	6295.45	0.0
6046.8	6056.4	0.0	6134.6	6143.8	0.0	6148.5	6172.9	0.0	6194.1	6238.1	0.0	6240.85	6295.45	5.2
6046.80	6056.40	0.0	6134.60	6143.80	0.0	6148.50	6172.90	21.2	6194.10	6238.10	0.0	6240.85	6295.45	0.0
6046.8	6056.4	78.2	6134.6	6143.8	0.0	6148.5	6172.9	0.0	6194.1	6238.1	0.0	6240.85	6295.45	0.0
6046.8	6056.4	0.0	6134.6	6143.8	0.0	6148.5	6172.9	0.0	6194.1	6238.1	0.0	6240.85	6295.45	0.0
6046.8	6056.4	0.0	6134.6	6143.8	0.0	6148.5	6172.9	0.0	6194.1	6238.1	0.0	6240.85	6295.45	0.0
6046.8	6056.4	0.0	6134.6	6143.8	0.0	6148.5	6172.9	0.0	6194.1	6238.1	0.0	6240.85	6295.45	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
18.8
141.8
43.2
9.6
509.4
1286.4
2264.4

<b>SISA BAIK</b>
77.6
9.2
132.2
33.6
699.2
499.8
1276.8
2254.8

<b>SISA BAIK</b>
68.4
182.8
123.0
24.4
690.0
490.6
1267.6
2245.6

<b>SISA BAIK</b>
44.0
158.4
98.6
352.4
665.6
466.2
1243.2
2221.2

<b>SISA BAIK</b>
87.2
114.4
54.6
308.4
621.6
422.2
1199.2
2177.2

121			122			123			124			125		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
6300.65	6333.25	2.8	6336	6363.2	0.0	6367.9	6427.9	2.8	6430.65	6507.55	0.0	6512.75	6523.05	2.8
6300.65	6333.25	0.0	6336	6363.2	4.7	6367.9	6427.9	0.0	6430.65	6507.55	0.0	6512.75	6523.05	0.0
6300.65	6333.25	0.0	6336	6363.2	0.0	6367.9	6427.9	0.0	6430.65	6507.55	5.2	6512.75	6523.05	0.0
6300.65	6333.25	0.0	6336.00	6363.20	0.0	6367.90	6427.90	0.0	6430.65	6507.55	0.0	6512.75	6523.05	0.0
6300.65	6333.25	0.0	6336	6363.2	0.0	6367.9	6427.9	0.0	6430.65	6507.55	0.0	6512.75	6523.05	0.0
6300.65	6333.25	0.0	6336	6363.2	0.0	6367.9	6427.9	0.0	6430.65	6507.55	0.0	6512.75	6523.05	0.0
6300.65	6333.25	0.0	6336	6363.2	0.0	6367.9	6427.9	0.0	6430.65	6507.55	0.0	6512.75	6523.05	0.0
6300.65	6333.25	0.0	6336	6363.2	0.0	6367.9	6427.9	0.0	6430.65	6507.55	0.0	6512.75	6523.05	0.0

<b>SISA BAIK</b>
32.6
59.8
196.7
253.8
567.0
367.6
1144.6
2122.6

<b>SISA BAIK</b>
87.2
27.2
164.1
221.2
534.4
335.0
1112.0
2090.0

<b>SISA BAIK</b>
60.0
182.8
136.9
194.0
507.2
307.8
1084.8
2062.8

<b>SISA BAIK</b>
87.2
122.8
76.9
134.0
447.2
247.8
1024.8
2002.8

<b>SISA BAIK</b>
10.3
45.9
196.7
57.1
370.3
170.9
947.9
1925.9

126			127			128			129			130		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
6525.8	6561.4	0.0	6566.1	6577.3	0.0	6598.5	6638.9	2.8	6641.65	6715.05	0.0	6778.05	6791.85	2.8
6525.8	6561.4	4.7	6566.1	6577.3	0.0	6598.5	6638.9	0.0	6641.65	6715.05	0.0	6778.05	6791.85	0.0
6525.8	6561.4	0.0	6566.1	6577.3	0.0	6598.5	6638.9	0.0	6641.65	6715.05	0.0	6778.05	6791.85	0.0
6525.80	6561.40	0.0	6566.10	6577.30	21.2	6598.50	6638.90	0.0	6641.65	6715.05	0.0	6778.05	6791.85	0.0
6525.8	6561.4	0.0	6566.1	6577.3	0.0	6598.5	6638.9	0.0	6641.65	6715.05	0.0	6778.05	6791.85	0.0
6525.8	6561.4	0.0	6566.1	6577.3	0.0	6598.5	6638.9	0.0	6641.65	6715.05	63.0	6778.05	6791.85	0.0
6525.8	6561.4	0.0	6566.1	6577.3	0.0	6598.5	6638.9	0.0	6641.65	6715.05	0.0	6778.05	6791.85	0.0
6525.8	6561.4	0.0	6566.1	6577.3	0.0	6598.5	6638.9	0.0	6641.65	6715.05	0.0	6778.05	6791.85	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
35.6
186.4
46.8
360.0
160.6
937.6
1915.6

<b>SISA BAIK</b>
51.6
182.8
150.8
11.2
324.4
125.0
902.0
1880.0

<b>SISA BAIK</b>
40.4
171.6
139.6
352.4
313.2
113.8
890.8
1868.8

<b>SISA BAIK</b>
87.2
131.2
99.2
312.0
272.8
73.4
850.4
1828.4

<b>SISA BAIK</b>
13.8
57.8
25.8
238.6
199.4
782.5
777.0
1755.0

131			132			133			134			135		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
6794.6	6806.6	0.0	6811.8	6843.8	0.0	6848.5	6891.7	2.8	6894.45	6981.65	2.8	6984.4	6995.6	0.0
6794.6	6806.6	0.0	6811.8	6843.8	4.7	6848.5	6891.7	0.0	6894.45	6981.65	0.0	6984.4	6995.6	0.0
6794.6	6806.6	5.2	6811.8	6843.8	0.0	6848.5	6891.7	0.0	6894.45	6981.65	0.0	6984.4	6995.6	0.0
6794.60	6806.60	0.0	6811.80	6843.80	0.0	6848.50	6891.70	0.0	6894.45	6981.65	0.0	6984.40	6995.60	0.0
6794.6	6806.6	0.0	6811.8	6843.8	0.0	6848.5	6891.7	0.0	6894.45	6981.65	0.0	6984.4	6995.6	78.2
6794.6	6806.6	0.0	6811.8	6843.8	0.0	6848.5	6891.7	0.0	6894.45	6981.65	0.0	6984.4	6995.6	0.0
6794.6	6806.6	0.0	6811.8	6843.8	0.0	6848.5	6891.7	0.0	6894.45	6981.65	0.0	6984.4	6995.6	0.0
6794.6	6806.6	0.0	6811.8	6843.8	0.0	6848.5	6891.7	0.0	6894.45	6981.65	0.0	6984.4	6995.6	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
44.0
12.0
224.8
185.6
768.7
763.2
1741.2

<b>SISA BAIK</b>
75.2
32.0
196.7
212.8
173.6
756.7
751.2
1729.2

<b>SISA BAIK</b>
43.2
182.8
164.7
180.8
141.6
724.7
719.2
1697.2

<b>SISA BAIK</b>
87.2
139.6
121.5
137.6
98.4
681.5
676.0
1654.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
52.4
34.3
50.4
11.2
594.3
588.8
1566.8

136			137			138			139			140		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
7073.8	7096.9	0.0	7102.1	7118.2	0.0	7139.4	7141.4	0.0	7146.1	7180.9	2.8	7183.65	7270.85	2.8
7073.8	7096.9	0.0	7102.1	7118.2	0.0	7139.4	7141.4	4.7	7146.1	7180.9	0.0	7183.65	7270.85	0.0
7073.8	7096.9	5.2	7102.1	7118.2	0.0	7139.4	7141.4	0.0	7146.1	7180.9	0.0	7183.65	7270.85	0.0
7073.80	7096.90	0.0	7102.10	7118.20	21.2	7139.40	7141.40	0.0	7146.10	7180.90	0.0	7183.65	7270.85	0.0
7073.8	7096.9	0.0	7102.1	7118.2	0.0	7139.4	7141.4	0.0	7146.1	7180.9	0.0	7183.65	7270.85	0.0
7073.8	7096.9	0.0	7102.1	7118.2	0.0	7139.4	7141.4	0.0	7146.1	7180.9	0.0	7183.65	7270.85	0.0
7073.8	7096.9	0.0	7102.1	7118.2	0.0	7139.4	7141.4	0.0	7146.1	7180.9	0.0	7183.65	7270.85	0.0
7073.8	7096.9	0.0	7102.1	7118.2	0.0	7139.4	7141.4	0.0	7146.1	7180.9	0.0	7183.65	7270.85	0.0

<b>SISA BAIK</b>
76.0
41.2
23.1
39.2
699.2
583.1
577.6
1555.6

<b>SISA BAIK</b>
52.9
18.1
196.7
16.1
676.1
560.0
554.5
1532.5

<b>SISA BAIK</b>
36.8
2.0
180.6
352.4
660.0
543.9
538.4
1516.4

<b>SISA BAIK</b>
34.8
182.8
178.6
350.4
658.0
541.9
536.4
1514.4

<b>SISA BAIK</b>
87.2
148.0
143.8
315.6
623.2
507.1
501.6
1479.6



141			142			143			144			145		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
7273.6	7330.2	0.0	7335.4	7339.6	0.0	7344.3	7370.7	2.8	7373.45	7460.65	2.8	7463.4	7517.4	0.0
7273.6	7330.2	0.0	7335.4	7339.6	4.7	7344.3	7370.7	0.0	7373.45	7460.65	0.0	7463.4	7517.4	0.0
7273.6	7330.2	5.2	7335.4	7339.6	0.0	7344.3	7370.7	0.0	7373.45	7460.65	0.0	7463.4	7517.4	0.0
7273.60	7330.20	0.0	7335.40	7339.60	0.0	7344.30	7370.70	0.0	7373.45	7460.65	0.0	7463.40	7517.40	21.2
7273.6	7330.2	0.0	7335.4	7339.6	0.0	7344.3	7370.7	0.0	7373.45	7460.65	0.0	7463.4	7517.4	0.0
7273.6	7330.2	0.0	7335.4	7339.6	0.0	7344.3	7370.7	0.0	7373.45	7460.65	0.0	7463.4	7517.4	0.0
7273.6	7330.2	0.0	7335.4	7339.6	0.0	7344.3	7370.7	0.0	7373.45	7460.65	0.0	7463.4	7517.4	0.0
7273.6	7330.2	0.0	7335.4	7339.6	0.0	7344.3	7370.7	0.0	7373.45	7460.65	0.0	7463.4	7517.4	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
60.8
56.6
228.4
536.0
419.9
414.4
1392.4

<b>SISA BAIK</b>
30.6
4.2
196.7
171.8
479.4
363.3
357.8
1335.8

<b>SISA BAIK</b>
26.4
182.8
192.5
167.6
475.2
359.1
353.6
1331.6

<b>SISA BAIK</b>
87.2
156.4
166.1
141.2
448.8
332.7
327.2
1305.2

<b>SISA BAIK</b>
87.2
69.2
78.9
54.0
361.6
245.5
240.0
1218.0

146			147			148			149			150		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
7538.6	7553.8	0.0	7558.5	7568.2	0.0	7573.4	7581.7	2.8	7584.45	7671.65	2.8	7674.4	7740	0.0
7538.6	7553.8	4.7	7558.5	7568.2	0.0	7573.4	7581.7	0.0	7584.45	7671.65	0.0	7674.4	7740	0.0
7538.6	7553.8	0.0	7558.5	7568.2	5.2	7573.4	7581.7	0.0	7584.45	7671.65	0.0	7674.4	7740	0.0
7538.60	7553.80	0.0	7558.50	7568.20	0.0	7573.40	7581.70	0.0	7584.45	7671.65	0.0	7674.40	7740.00	0.0
7538.6	7553.8	0.0	7558.5	7568.2	0.0	7573.4	7581.7	0.0	7584.45	7671.65	0.0	7674.4	7740	0.0
7538.6	7553.8	0.0	7558.5	7568.2	0.0	7573.4	7581.7	0.0	7584.45	7671.65	0.0	7674.4	7740	0.0
7538.6	7553.8	0.0	7558.5	7568.2	0.0	7573.4	7581.7	0.0	7584.45	7671.65	0.0	7674.4	7740	176.3
7538.6	7553.8	0.0	7558.5	7568.2	0.0	7573.4	7581.7	0.0	7584.45	7671.65	0.0	7674.4	7740	0.0

<b>SISA BAIK</b>
33.2
15.2
24.9
352.4
307.6
191.5
186.0
1164.0

<b>SISA BAIK</b>
18.0
182.8
9.7
337.2
292.4
176.3
170.8
1148.8

<b>SISA BAIK</b>
8.3
173.1
196.7
327.5
282.7
166.6
161.1
1139.1

<b>SISA BAIK</b>
87.2
164.8
188.4
319.2
274.4
158.3
152.8
1130.8

<b>SISA BAIK</b>
87.2
77.6
101.2
232.0
187.2
71.1
65.6
1043.6

151			152			153			154			155		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
7916.3	7921.8	0.0	7984.8	7991.3	0.0	7996	8005.6	2.8	8008.35	8022.35	0.0	8027.55	8100.75	2.8
7916.3	7921.8	0.0	7984.8	7991.3	4.7	7996	8005.6	0.0	8008.35	8022.35	0.0	8027.55	8100.75	0.0
7916.3	7921.8	0.0	7984.8	7991.3	0.0	7996	8005.6	0.0	8008.35	8022.35	5.2	8027.55	8100.75	0.0
7916.30	7921.80	0.0	7984.80	7991.30	0.0	7996.00	8005.60	0.0	8008.35	8022.35	0.0	8027.55	8100.75	0.0
7916.3	7921.8	0.0	7984.8	7991.3	0.0	7996	8005.6	0.0	8008.35	8022.35	0.0	8027.55	8100.75	0.0
7916.3	7921.8	63.0	7984.8	7991.3	0.0	7996	8005.6	0.0	8008.35	8022.35	0.0	8027.55	8100.75	0.0
7916.3	7921.8	0.0	7984.8	7991.3	0.0	7996	8005.6	0.0	8008.35	8022.35	0.0	8027.55	8100.75	0.0
7916.3	7921.8	0.0	7984.8	7991.3	0.0	7996	8005.6	0.0	8008.35	8022.35	0.0	8027.55	8100.75	0.0

SISA BAIK
21.6
12.0
35.6
166.4
121.6
5.5
1824.0
978.0

SISA BAIK
16.1
6.5
30.1
160.9
116.1
782.5
1818.5
972.5

SISA BAIK
9.6
182.8
23.6
154.4
109.6
776.0
1812.0
966.0

SISA BAIK
87.2
173.2
14.0
144.8
100.0
766.4
1802.4
956.4

SISA BAIK
73.2
159.2
196.7
130.8
86.0
752.4
1788.4
942.4

156			157			158			159			160		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
8103.5	8116.3	0.0	8194.5	8239.3	0.0	8260.5	8288.9	0.0	8293.6	8294.8	2.8	8297.55	8333.85	0.0
8103.5	8116.3	0.0	8194.5	8239.3	0.0	8260.5	8288.9	4.7	8293.6	8294.8	0.0	8297.55	8333.85	0.0
8103.5	8116.3	0.0	8194.5	8239.3	0.0	8260.5	8288.9	0.0	8293.6	8294.8	0.0	8297.55	8333.85	5.2
8103.50	8116.30	0.0	8194.50	8239.30	21.2	8260.50	8288.90	0.0	8293.60	8294.80	0.0	8297.55	8333.85	0.0
8103.5	8116.3	78.2	8194.5	8239.3	0.0	8260.5	8288.9	0.0	8293.6	8294.8	0.0	8297.55	8333.85	0.0
8103.5	8116.3	0.0	8194.5	8239.3	0.0	8260.5	8288.9	0.0	8293.6	8294.8	0.0	8297.55	8333.85	0.0
8103.5	8116.3	0.0	8194.5	8239.3	0.0	8260.5	8288.9	0.0	8293.6	8294.8	0.0	8297.55	8333.85	0.0
8103.5	8116.3	0.0	8194.5	8239.3	0.0	8260.5	8288.9	0.0	8293.6	8294.8	0.0	8297.55	8333.85	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
86.0
123.5
57.6
12.8
679.2
1715.2
869.2

<b>SISA BAIK</b>
74.4
73.2
110.7
44.8
699.2
666.4
1702.4
856.4

<b>SISA BAIK</b>
29.6
28.4
65.9
352.4
654.4
621.6
1657.6
811.6

<b>SISA BAIK</b>
1.2
182.8
37.5
324.0
626.0
593.2
1629.2
783.2

<b>SISA BAIK</b>
87.2
181.6
36.3
322.8
624.8
592.0
1628.0
782.0

161			162			163			164			165		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
8339.05	8389.95	2.8	8392.7	8479.9	2.8	8482.65	8489.85	0.0	8494.55	8545.95	0.0	8551.15	8579.75	2.8
8339.05	8389.95	0.0	8392.7	8479.9	0.0	8482.65	8489.85	4.7	8494.55	8545.95	0.0	8551.15	8579.75	0.0
8339.05	8389.95	0.0	8392.7	8479.9	0.0	8482.65	8489.85	0.0	8494.55	8545.95	5.2	8551.15	8579.75	0.0
8339.05	8389.95	0.0	8392.70	8479.90	0.0	8482.65	8489.85	0.0	8494.55	8545.95	0.0	8551.15	8579.75	0.0
8339.05	8389.95	0.0	8392.7	8479.9	0.0	8482.65	8489.85	0.0	8494.55	8545.95	0.0	8551.15	8579.75	0.0
8339.05	8389.95	0.0	8392.7	8479.9	0.0	8482.65	8489.85	0.0	8494.55	8545.95	0.0	8551.15	8579.75	0.0
8339.05	8389.95	0.0	8392.7	8479.9	0.0	8482.65	8489.85	0.0	8494.55	8545.95	0.0	8551.15	8579.75	0.0
8339.05	8389.95	0.0	8392.7	8479.9	0.0	8482.65	8489.85	0.0	8494.55	8545.95	0.0	8551.15	8579.75	0.0

<b>SISA BAIK</b>
50.9
145.3
196.7
286.5
588.5
555.7
1591.7
745.7

<b>SISA BAIK</b>
87.2
94.4
145.8
235.6
537.6
504.8
1540.8
694.8

<b>SISA BAIK</b>
87.2
7.2
58.6
148.4
450.4
417.6
1453.6
607.6

<b>SISA BAIK</b>
80.0
182.8
51.4
141.2
443.2
410.4
1446.4
600.4

<b>SISA BAIK</b>
28.6
131.4
196.7
89.8
391.8
359.0
1395.0
549.0

166			167			168			169			170		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
8582.5	8643.7	0.0	8664.9	8690.9	2.8	8693.65	8709.25	0.0	8713.95	8779.25	0.0	8784.45	8790.75	2.8
8582.5	8643.7	0.0	8664.9	8690.9	0.0	8693.65	8709.25	4.7	8713.95	8779.25	0.0	8784.45	8790.75	0.0
8582.5	8643.7	0.0	8664.9	8690.9	0.0	8693.65	8709.25	0.0	8713.95	8779.25	5.2	8784.45	8790.75	0.0
8582.50	8643.70	21.2	8664.90	8690.90	0.0	8693.65	8709.25	0.0	8713.95	8779.25	0.0	8784.45	8790.75	0.0
8582.5	8643.7	0.0	8664.9	8690.9	0.0	8693.65	8709.25	0.0	8713.95	8779.25	0.0	8784.45	8790.75	0.0
8582.5	8643.7	0.0	8664.9	8690.9	0.0	8693.65	8709.25	0.0	8713.95	8779.25	0.0	8784.45	8790.75	0.0
8582.5	8643.7	0.0	8664.9	8690.9	0.0	8693.65	8709.25	0.0	8713.95	8779.25	0.0	8784.45	8790.75	0.0
8582.5	8643.7	0.0	8664.9	8690.9	0.0	8693.65	8709.25	0.0	8713.95	8779.25	0.0	8784.45	8790.75	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
102.8
168.1
61.2
363.2
330.4
1366.4
520.4

<b>SISA BAIK</b>
26.0
41.6
106.9
352.4
302.0
269.2
1305.2
459.2

<b>SISA BAIK</b>
87.2
15.6
80.9
326.4
276.0
243.2
1279.2
433.2

<b>SISA BAIK</b>
71.6
182.8
65.3
310.8
260.4
227.6
1263.6
417.6

<b>SISA BAIK</b>
6.3
117.5
196.7
245.5
195.1
162.3
1198.3
352.3

171			172			173			174			175		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
8793.5	8880.7	2.8	8883.45	8907.45	0.0	8912.15	8956.95	0.0	9019.95	9038.35	2.8	9041.1	9055.5	0.0
8793.5	8880.7	0.0	8883.45	8907.45	4.7	8912.15	8956.95	0.0	9019.95	9038.35	0.0	9041.1	9055.5	0.0
8793.5	8880.7	0.0	8883.45	8907.45	0.0	8912.15	8956.95	0.0	9019.95	9038.35	0.0	9041.1	9055.5	0.0
8793.50	8880.70	0.0	8883.45	8907.45	0.0	8912.15	8956.95	0.0	9019.95	9038.35	0.0	9041.10	9055.50	0.0
8793.5	8880.7	0.0	8883.45	8907.45	0.0	8912.15	8956.95	0.0	9019.95	9038.35	0.0	9041.1	9055.5	78.2
8793.5	8880.7	0.0	8883.45	8907.45	0.0	8912.15	8956.95	63.0	9019.95	9038.35	0.0	9041.1	9055.5	0.0
8793.5	8880.7	0.0	8883.45	8907.45	0.0	8912.15	8956.95	0.0	9019.95	9038.35	0.0	9041.1	9055.5	0.0
8793.5	8880.7	0.0	8883.45	8907.45	0.0	8912.15	8956.95	0.0	9019.95	9038.35	0.0	9041.1	9055.5	0.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
111.2
190.4
239.2
188.8
156.0
1192.0
346.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
24.0
103.2
152.0
101.6
68.8
1104.8
258.8

<b>SISA BAIK</b>
63.2
182.8
79.2
128.0
77.6
44.8
1080.8
234.8

<b>SISA BAIK</b>
18.4
138.0
34.4
83.2
32.8
782.5
1036.0
190.0

<b>SISA BAIK</b>
87.2
119.6
16.0
64.8
14.4
764.1
1017.6
171.6

176			177			178		
Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair	Baik-Start	Baik-Finish	Repair
9133.7	9135.3	0.0	9140.5	9189.3	0.0	9210.5	9232.9	2.8
9133.7	9135.3	0.0	9140.5	9189.3	0.0	9210.5	9232.9	0.0
9133.7	9135.3	5.2	9140.5	9189.3	0.0	9210.5	9232.9	0.0
9133.70	9135.30	0.0	9140.50	9189.30	21.2	9210.50	9232.90	0.0
9133.7	9135.3	0.0	9140.5	9189.3	0.0	9210.5	9232.9	0.0
9133.7	9135.3	0.0	9140.5	9189.3	0.0	9210.5	9232.9	0.0
9133.7	9135.3	0.0	9140.5	9189.3	0.0	9210.5	9232.9	0.0
9133.7	9135.3	0.0	9140.5	9189.3	0.0	9210.5	9232.9	0.0

SISA BAIK
72.8
105.2
1.6
50.4
699.2
749.7
1003.2
157.2

SISA BAIK
71.2
103.6
196.7
48.8
697.6
748.1
1001.6
155.6

SISA BAIK
22.4
54.8
147.9
352.4
648.8
699.3
952.8
106.8



## LAMPIRAN 5

### BIODATA NARASUMBER



Nama : Sudarto  
 Tempat, tanggal lahir : Cilacap, 11 Pebruari 1966  
 Alamat : Jalan Aster no. 9, PC VI PKT,  
 Bontang, Kalimantan Timur  
 Nomor Telfon : +6281238276562  
 E-mail : dar.sudarto11@gmail.com  
 Pekerjaan : Karyawan PT Pupuk Kaltim  
 Jabatan : Manager (Spt.) Pabrik-4  
 Pendidikan Terakhir : S1 Jurusan Teknik Kimia,  
 Universitas Diponegoro Semarang



Nama : Cecep Sofyan  
 Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 13 Oktober 1966  
 Alamat : Jalan Puring no. 14, PC VI PKT,  
 Bontang, Kalimantan Timur  
 Nomor Telfon : +628118662736  
 E-mail : [cecep.soffyan@gmail.com](mailto:cecep.soffyan@gmail.com)  
 Pekerjaan : Karyawan PT Pupuk Kaltim  
 Jabatan : Kepala Bagian Unit Produksi Urea  
 Pabrik-4  
 Pendidikan Terakhir : S1 Jurusan Teknik Mesin,  
 Universitas Trunajaya Bontang



Nama : Supardi  
 Tempat, tanggal lahir : Bojonegoro, 12 Agustus 1969  
 Alamat : Jalan Gunung Burangrang no. 14  
 BSD, Bontang, Kalimantan Timur  
 Nomor Telfon : +6281123342313  
 E-mail : supardi0812@gmail.com  
 Pekerjaan : Karyawan PT Pupuk Kaltim  
 Jabatan : Wakil Kepala Bagian Unit Produksi  
 Urea Pabrik-4  
 Pendidikan Terakhir : S1 Jurusan Teknik Mesin,  
 Universitas Trunajaya Bontang



Nama : Djoko Sulistyono  
 Tempat, tanggal lahir : Semarang, 24 Pebruari 1979  
 Alamat : Jalan Sakura no. 4, PC VI PKT,  
 Bontang, Kalimantan Timur  
 Nomor Telfon : +6285282776228  
 E-mail : tyonodjoko@gmail.com  
 Pekerjaan : Karyawan PT Pupuk Kaltim  
 Jabatan : Kepala Sesi Proses Unit Produksi  
 Urea Pabrik-4  
 Pendidikan Terakhir : Jurusan Teknik Mesin Perkakas,  
 SMKN 1 Semarang

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

## **LAMPIRAN 6**

### **KUESIONER *ROOT CAUSE ANALYSIS***

Kuesioner ini merupakan alat ukur yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di penelitian Tugas Akhir. Penyebaran kuesioner ini ditujukan untuk melakukan identifikasi dan analisis terhadap akar penyebab *waste* kritis menggunakan *tool Root Cause Analysis (5 Why's)* pada proses produksi (dari pengaliran bahan baku dari gudang bahan baku hingga pendistribusian produk jadi ke gudang produk jadi) unit produksi Urea Pabrik-4, PT Pupuk Kaltim. Proses produksi yang baik dapat ditunjukkan dengan kemampuan perusahaan dalam mereduksi pemborosan yang ada. Dalam hal ini, pengambilan data akan dilakukan secara langsung kepada *expert* di dalam unit pabrik terkait. Hasil kuesioner akan diolah lebih lanjut dan digunakan untuk kepentingan akademik (penelitian tugas akhir). Atas kerjasama dan kesediaan Bapak/Ibu dalam mengisi kuesioner, kami ucapkan terima kasih.

#### **BIODATA RESPONDEN**

Sebelum mengisi kuesioner lebih lanjut, mohon Bapak/Ibu mengisi biodata yang bertujuan sebagai *database* responden. Data yang diisi akan kami rahasiakan dan tidak disebarluaskan untuk kegiatan komersil atau non akademik lainnya.

Nama : \_\_\_\_\_.

Jabatan : \_\_\_\_\_.

Departemen/Unit Produksi : \_\_\_\_\_.

Mulai bekerja semenjak : Bulan \_\_\_\_\_. Tahun \_\_\_\_\_.

#### **PENJELASAN**

*Root Cause Analysis* merupakan *tool* yang mampu mendefinisikan kejadian apa yang menyebabkan terjadinya suatu permasalahan yang tidak diinginkan atau tidak diharapkan. Struktur dari RCA akan menjelaskan bagaimana permasalahan tidak diinginkan disebabkan oleh kegagalan pada tingkatan tertentu dan menghasilkan *domino effect*. RCA adalah sebuah metode yang dapat menjelaskan permasalahan apa yang terjadi, bagaimana permasalahan tersebut terjadi serta mengapa permasalahan tersebut terjadi. RCA memiliki beberapa karakteristik penting pada penggunaannya. Karakteristik tersebut antara lain ialah mampu

menunjukkan saling ketergantungan antar penyebab, adanya hubungan antar faktor, serta mampu menggambarkan akar penyebab dari permasalahan yang timbul (Doggett, 2005).

#### **PETUNJUK PENGISIAN**

Responden diminta untuk mengisi tabel yang telah disediakan. Pengisian didasari oleh alasan atau penyebab *waste* kritis yang telah terpilih sebelumnya. Masing-masing sub *waste* tidak diharuskan memiliki alasan atau penyebab terjadi sampai dengan *5<sup>th</sup> Why*. Pengisian suatu alasan sub *waste* dapat dihentikan apabila akar penyebab atau *Root Cause* telah teridentifikasi. Dalam melakukan pengisian tabel *Root Cause Analysis*, responden diminta untuk mempertimbangkan keterkaitan antar alasan atau penyebab terjadinya *waste* kritis. Perlu diperhatikan pula tingkatan dari masing-masing penyebab, yaitu :

- *1<sup>st</sup> Why* : *Symptom*
- *2<sup>nd</sup> Why* : *Excuse*
- *3<sup>rd</sup> Why* : *Blame*
- *4<sup>th</sup> Why* : *Cause*
- *5<sup>th</sup> Why* : *Root Cause*

**TABEL ROOT CAUSE ANALYSIS WASTE KRITIS DEFECT**

<i>Jenis Waste</i>	<i>Jenis sub waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Defect</i>						

<i>Jenis Waste</i>	<i>Jenis sub waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>

**TABEL ROOT CAUSE ANALYSIS WASTE KRITIS WAITING**

<b>Jenis Waste</b>	<b>Jenis sub waste</b>	<b>Why 1</b>	<b>Why 2</b>	<b>Why 3</b>	<b>Why 4</b>	<b>Why 5</b>
<i>Waiting</i>						

<i>Jenis Waste</i>	<i>Jenis sub waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>

Bontang,.....Juni 2017

Nama Terang & Tanda Tangan

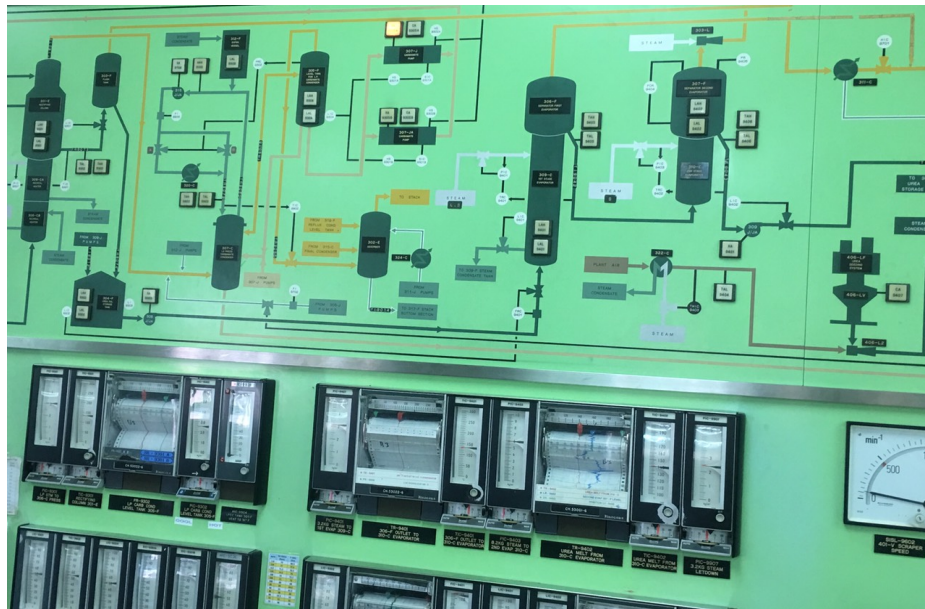


## LAMPIRAN 7

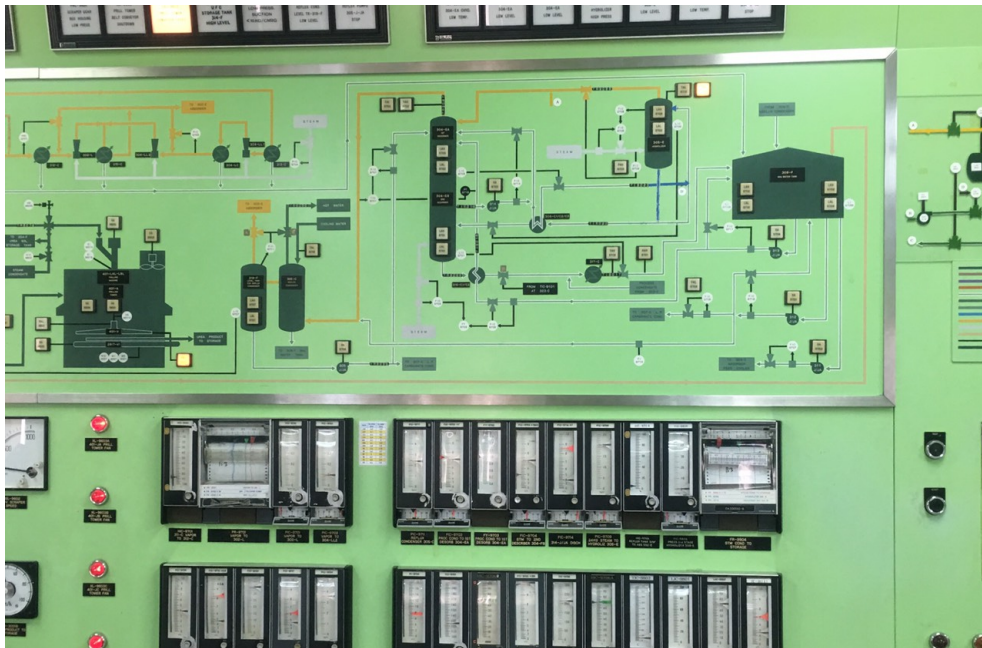
### DOKUMENTASI



*Control Room Unit Urea Pabrik-4*



*Panel Pengendali Produksi Unit Urea Pabrik-4*



***Panel Pengendali Produksi Unit Urea Pabrik-4***



***Area Penyimpanan Urea pada Gudang Produk Jadi Pupuk Kaltim***





**Pelabuhan Pengiriman Pupuk Kaltim**



**Gedung Departemen *Maintenance* Pupuk Kaltim**

***(Halaman ini sengaja dikosongkan)***

## BIOGRAFI PENULIS



Yudha Setya Kusuma lahir di Bontang, Kalimantan Timur pada tanggal 25 Agustus 1994. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Heri Susanto dan Ibu Nur'aini Marzukho. Pendidikan formal yang pernah ditempuh oleh penulis ialah SD Yayasan Pupuk Kaltim Bontang, SMP Yayasan Pupuk Kaltim Bontang, SMA Yayasan Pupuk Kaltim Bontang, hingga ke jenjang sarjana pada Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2017. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif

dalam beberapa kegiatan kepanitiaan dan organisasi. Penulis tercatat sebagai anggota kepanitiaan dalam acara *Business Race Industrializer 1*, *Business Race Industrializer 2*, serta *IE Games* yang merupakan lomba keilmuan Teknik Industri berskala Nasional yang diadakan oleh HMTI ITS.

Pada bulan Juli 2016, penulis berkesempatan untuk menjadi salah satu asisten dari Laboratorium Sistem Manufaktur Jurusan Teknik Industri ITS. Selama menjadi asisten, penulis pernah menjabat sebagai Kepala Departemen *Public Relation*, Koordinator Asisten serta menjadi asisten beberapa mata kuliah, seperti Proses Manufaktur, Sistem Manufaktur, Teknik Pengendalian Kualitas, Menggambar Teknik, serta Otomasi Industri. Selain itu, penulis turut berperan aktif dalam beberapa pelatihan yang diselenggarakan oleh Laboratorium Sistem Manufaktur. Penulis tercatat sebagai pembicara (*trainer*) pada pelatihan *software AutoCAD* serta *Quality Improvement Engineering Training*. Dalam rangka pengaplikasian keilmuan Teknik Industri, penulis pernah melakukan kerja praktik di PT Pupuk Kalimantan Timur, khususnya pada Departemen Penerimaan Pengendalian Barang dan Jasa. Penulis dapat dihubungi melalui email [yudhasetyak@yahoo.com](mailto:yudhasetyak@yahoo.com).